# PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 19. | 1. Oktober 1904. Redaktionsschluss für No. 20 am 5. Oktober 1904. | 5. Jahrgang.

INHALT:

**Originalmitteilungen:**

W. Wien, Über einen Versuch zur Entscheidung der Frage, ob sich der Lichtäther mit der Erde bewegt oder nicht. S. 585.

J. Zenneck, Theorie und Praxis in der drahtlosen Telegraphie. S. 586.

A. Gockel, Radioaktive Emanationen in der Atmosphäre. S. 591.

A. Gockel, Über die in Thermalquellen enthaltene radioaktive Emanation. S. 594.

J. J. Taudin Chabot, Versuch eines Modells und ein Seitenstück zur Radioaktivität. S. 594.

D. Smirnow, Ein rasch wirkender Wasserkollektor. S. 597.

L. Prandtl, Über die stationären Wellen in einem Gasstrahl. S. 599.

C. Forch, Eine Methode zur Bestimmung der Reibung in Röhren bei sehr geringer Geschwindigkeit. S. 601.

A. L. Bernoulli, Über die Verwendbarkeit der Methode von Königsberger zur optischen Untersuchung passiver Metallspiegel. S. 603.

**Berichte über wissenschaftliche Versammlungen.**

74. Versammlung der British Association for the Advancement of Science. S. 604.

**Besprechungen:**

F. Dessauer u. B. Wiesner, Rückblick auf die Entwicklung der Röntgentechnik. S. 609.

**Briefkasten.**

C. Forch, Bemerkung zu der Arbeit von J. Blaas und P. Czermak, Über auffallende durch die photographische Platte erkennbare Erscheinungen. S. 609.

**Personalien.** S. 609.

**Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1904/1905.** S. 610.

**Gesuche.** S. 624.

## ORIGINALMITTEILUNGEN.

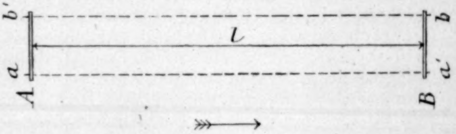
### Über einen Versuch zur Entscheidung der Frage, ob sich der Lichtäther mit der Erde bewegt oder nicht.

Von W. Wien.

Auf der diesjährigen Versammlung der British Association in Cambridge hatte ich über die Möglichkeit gesprochen, die für die Elektrodynamik fundamentale Frage, ob sich der Äther mit der Erde bewegt oder nicht, dadurch zu entscheiden, dass man die Lichtgeschwindigkeit mit einem Lichtstrahl misst, der die Entfernung zwischen zwei Punkten nur in einer Richtung zurücklegt, ohne wieder zurückzukehren.[1]) Für die Ausführung dachte ich an die Foucaultsche Methode, bei deren Anwendung zwei mit gleicher Geschwindigkeit rotierende Spiegel benutzt werden müssten. Es sollte dann die Lichtgeschwindigkeit gemessen werden einmal, wenn der Strahl in derselben Richtung wie die Erde sich zwischen den beiden Spiegeln bewegt und dann, wenn er entgegengesetzt zur Erdbewegung läuft.

Vielleicht wäre indessen die Fizeausche Methode für die Ausführung geeigneter. Denken wir uns zwei möglichst identische Zahnräder $A$, $B$ in grosser Entfernung parallel aufgestellt. Ferner seien $a$ und $b$ zwei möglichst gleiche Lichtquellen, deren Licht durch die Zahnlücken hindurchgeht. Bei ganz symmetrischer Stellung beider Räder muss, solange sie sich nicht drehen, die bolometrisch gemessene Lichtmenge bei $a'$ ebenso gross sein wie bei $b'$, wenigstens, wenn Grössen vernachlässigt werden, die von der Ordnung des Quadrats des Verhältnisses der Erdgeschwindigkeit $v$ zur Lichtgeschwindigkeit $c$ sind.

Bewegt sich der Äther mit der Erde, so darf auch bei gleichmässiger Bewegung beider Räder in den bei $a'$ und $b'$ anlangenden Lichtstärken kein Unterschied auftreten. Die Kontrolle für die gleiche Geschwindigkeit beider Räder hätte man in der Konstanz des hindurchgehenden Lichtes oder in bekannten stroboskopischen Methoden.




Ruht der Äther in Bezug auf die Erde, so ist die Zeit, die das Licht braucht, um von $a$ nach $a'$ zu gelangen, wenn $l$ die Entfernung der Räder bezeichnet

$$\frac{l}{c-v},$$

wenn die Erde in der Richtung $aa'$ geht, und

$$\frac{l}{c+v}$$

ist die Zeit, die der Strahl braucht, um von $b$ nach $b'$ zu gelangen.

Es muss also eine Unsymmetrie durch die Erdbewegung hineingebracht werden und die Lichtstärken in $a'$ und $b'$ müssen verschieden sein, weil der Lichtstrahl $aa'$ das Rad $B$ in einer anderen Stellung antrifft, wie der Strahl $bb'$ das Rad $A$.

Dass der Versuch nicht unausführbar ist, scheint mir daraus hervorzugehen, dass die Genauigkeit in der Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit die Grenze bereits erreicht hat, die hier erforderlich ist, nämlich

$$\frac{1}{5000}$$

[1]) Vergl. das Referat in dieser Zeitschr. 5, 604, 1904.

des Betrages. Freilich wirkt der Umstand erschwerend, dass man es mit zwei Zahnrädern zu thun hätte, deren Umlaufsgeschwindigkeit in Übereinstimmung zu bringen ist. Andererseits braucht der Synchronismus nur sehr kurze Zeit anzudauern und man braucht keine absolute Messung, sondern nur die Feststellung eines Unterschiedes zwischen beiden Strahlen.

Abgesehen von seiner Bedeutung für die Elektrodynamik wäre dieser Versuch der erste, mit dem eine absolute Geschwindigkeit, ohne Beziehung auf festliegende Punkte, gemessen würde.

Würzburg, September 1904.

(Eingegangen 10. September 1904.)

## Theorie und Praxis in der drahtlosen Telegraphie.

Von J. Zenneck.

Seitdem durch M. Wien[1]) die Hauptpunkte, um die es sich bei der Verwendung gekoppelter Systeme in der drahtlosen Telegraphie handelt, klargestellt worden sind, haben sich mehrere Arbeiten mit spezielleren Fragen, die in Beziehung zu der drahtlosen Telegraphie stehen, beschäftigt in der Hoffnung, derselben dadurch förderlich zu sein. Viele dieser Arbeiten sind auch da, wo ihre Resultate für die drahtlose Telegraphie nicht verwendbar sind oder auch schon vorher bekannt waren, von Bedeutung, weil sie zur Klärung der in Betracht kommenden allgemeinen Fragen Wesentliches beitragen. Wenn ich daher im folgenden an diese Arbeiten ganz einseitig den Massstab anlege, wie weit dieselben für die praktischen Bedürfnisse der drahtlosen Telegraphie unmittelbar Brauchbares oder Neues enthalten, so beabsichtige ich nicht, diese Arbeiten überhaupt einer Kritik zu unterwerfen. Ich möchte vielmehr auf die wirklichen, wie es scheint, wenig bekannten Bedingungen der drahtlosen Telegraphie hinweisen, deren Berücksichtigung derartige Arbeiten erst praktisch brauchbar machen kann.

**1.** Herr E. F. Huth[2]) hat verschiedene Fragen, die für die drahtlose Telegraphie von Bedeutung sind, im Laboratorium untersucht. Seine Anordnungen repräsentieren aber nicht annähernd die Verhältnisse, wie sie in der drahtlosen Telegraphie vorliegen.[3]) Es gilt demnach von seinen Versuchen in besonderem Masse, was er den Versuchen von Herrn Voller vorwirft (l. c. S. 42), dass sich nämlich aus ihnen „irgendwelche Folgerungen für die Praxis der Funkentelegraphie nicht ziehen lassen". Was Herr Huth auf Grund seiner Versuche für oder gegen die Angaben von Abraham, Braun, Hertz, Marconi, Slaby anführt, ist also belanglos, auch da, wo es sich nicht um Missverständnisse handelt.

**2.** Herr Drude[1]) hat die „elektrischen Eigenschaften und Eigenschwingungen von Drahtspulen mit angehängten geraden Drähten oder Metallplatten" teils theoretisch, teils experimentell untersucht und spricht im Anfang seiner Arbeit die Hoffnung aus, „dass das hier behandelte Thema Nutzen gewährt bei der Konstruktion aufeinander abgestimmter Erreger und Empfänger bei der drahtlosen Telegraphie." Später (l. c. S. 967), als zwischen der im Laboratorium beobachteten und der berechneten Wellenlänge eines geraden Drahtes sich eine Differenz von 5 Proz. ergiebt, sagt Herr Drude: „Bei der drahtlosen Telegraphie wird man, wenn man mit genügend langen Antennen operiert, die nicht nahe an einem Gebäude geführt werden, sich viel eher den theoretischen Verhältnissen eines freien Drahtes nähern."

Wie ungefähr die Verhältnisse bei Landstationen liegen, die nicht für extrem grosse Entfernungen bestimmt sind, geht z. B. aus Fig. 1[2]) hervor, welche die Station Gross-Möllen der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie darstellt. Der Mast, welcher den Sender (denjenigen Draht in Fig. 2, der oben mit dem Cylinder aus mehreren Drähten versehen ist) trägt, wird durch eine grosse Zahl von Drahtseilen gehalten. Diese müssen bis nahe an die Spitze des Mastes gehen, wenn der Mast auf die Dauer den Stürmen an der See standhalten soll. Dass der Sender unter diesen Umständen die theoretischen Verhältnisse eines freien Drahtes nicht darstellt[3]), ist zweifellos.

Noch weit ungünstiger sind aber meistens die Bedingungen bei Schiffsstationen. Die grösstenteils aus Drahtseilen bestehenden Stage, Pardunen, Wanten, bei Kriegsschiffen auch noch die Gefechtsmasten, sorgen dafür, dass

1) Ann. Phys. **8**, 686, 1902.

2) Dissert. Rostock 1904.

3) Die „Abhängigkeit der Strahlung von der Länge des Sende- und Empfangsdrahtes" prüft Herr Huth (S. 33 ff.), indem er die Antennenlänge zwischen 267 und 50 cm variiert und Sender und Empfänger in einem Abstand von 220 cm in einem Zimmer einander gegenüberstellt.

Der Einfluss der Erdung auf den Sender wird (l. c. S. 37 ff.) mit folgender Anordnung untersucht: Die Länge des vertikalen Senderdrahtes ist 1 m. „Der andere Teil der Funkenstrecke war durch einen 1 m langen, vertikal nach unten geführten Draht mit der Erdleitung verbunden." Die Erdleitung bestand aus einem 6 m langen Kupferdraht, der in ein 1 m langes, in die Erde versenktes Messingrohr endete.

1) Ann. Phys. **11**, 957, 1903.

2) Aus einer Broschüre der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie. — Eine neuerdings bevorzugte Anordnung mit zwei Masten unterscheidet sich davon für das hier in Betracht kommende kaum.

3) Auch dann, wenn etwa die Drahtseile unten von Erde isoliert sind.

von Berechnungen irgendwelcher Art kaum die Rede sein kann.

Wie stark die in den Pardunen usw. induzierten Schwingungen sind, geht daraus hervor, dass auf den Feuerschiffen aus den Pardunen nach einem in der Nähe gehaltenen Fingerknöchel mehrere Millimeter lange Funken überschlugen, wenn auf dem Schiff der Sender in Thätigkeit war. Dabei waren die Pardunen nicht einmal in metallischer Verbindung mit dem Wasser.

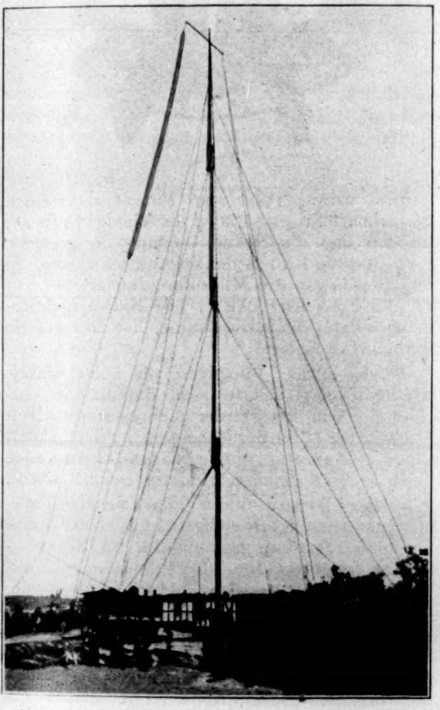


Fig. 1.

Es liegt aber praktisch auch gar nicht das Bedürfnis vor, die Eigenschwingungen von Sendersystemen zu berechnen. Die Bjerknessche Resonanzmethode, welche die experimentelle Bestimmung der Wechselzahl irgendeines nicht extrem stark gedämpften Systems erlaubt[1]), ist jetzt technisch so gut ausgebildet[2]), dass die Wechselzahl des Sendersystems stets rasch und bequem gemessen werden kann. Für die Zwecke der drahtlosen Telegraphie ist diese auch sonst vielfach verwendete Methode, soweit mir bekannt ist, zuerst von mir benutzt worden[1]) (Winter 1901—1902). Bei den Versuchen zwischen den Forts in der Nähe von Strassburg (Frühjahr bis Herbst 1902) wurde sie dann sehr ausgiebig angewandt, sowohl zur Bestimmung von Eigenschwingungen des Sendersystems, als der Schwingungszahlen gekoppelter Systeme. Seitdem sie sich dort sehr gut bewährt hat, ist sie jetzt allgemein im Gebrauch.

1) V. Bjerknes, Wied. Ann. **55**, 121, 1895.

2) Vgl. J. Dönitz, E. T. Z. 1903, S. 920ff. u. 1024.

3. In der Zusammenstellung seiner Resultate am Schluss der citierten Arbeit sagt Herr Drude (l. c. S. 995): „Der Vorteil der Anwendung von Antennen bei den Erregern der drahtlosen Telegraphie liegt etwas an Verlangsamung der Periode, besonders aber an Vermehrung der Strahlung. Beides wird besonders durch dicke Antennen erreicht. Aus beiden Gründen sind daher Vielfachantennen (Käfigantennen) günstig, da sie bei grosser Gewichtsersparnis dicke Antennen ersetzen (vgl. Nr. 2).“ In Nr. 2 der Zusammenstellung heisst es, dass eine Vielfachantenne (Käfigantenne) „wirkt“ wie eine Einfachantenne aus einem Draht von grösserem Radius. Das „wirkt“ bedeutet aber, wie der betreffende Teil der Arbeit (l. c. S. 978ff.) zeigt, dass sie für die Wellenlänge des Senders bezw. den Durchlassindex äquivalent ist einer einfachen Antenne von grösserem Radius. Dass die Vielfachantenne auch bezüglich der Strahlung einer einfachen Antenne von grösserem Radius gleichwertig ist, dafür kann ich in der Arbeit von Herrn Drude, die sich mit Strahlung überhaupt nicht beschäftigt, einen Beweis nicht finden.[2])

Das Verhältnis zwischen Einfach- und Vielfachantenne bezüglich der Strahlung ist das folgende:

1. Die Kapazität einer Vielfachantenne ist bei gleicher Länge grösser als diejenige einer Einfachantenne.[3]) Aus den Beziehungen von M. Wien[4]) lässt sich unmittelbar ableiten, dass

1) Vgl. F. Braun, Ann. Phys. **8**, 211, 1902. — Ungefähr um dieselbe Zeit hat Herr Seibt einen Resonanzkreis verwandt, um die beiden Schwingungen zweier enggekoppelter Kondensatorkreise nachzuweisen (diese Zeitschr. **5**, 454 [Fussnote], 1904). — Eine weniger für praktische als für Laboratoriumsversuche geeignete Form der Bjerknesschen Methode hat später Herr Drude (Ann. Phys. **9**, 611, 1902) beschrieben.

2) Auf S. 994 l. c. giebt Herr Drude an, dass besonders durch dicke Vielfachantennen (Käfigantennen) die Strahlung vergrössert wird, aber keinen Beweis dafür. — Was aus seiner Arbeit zu Gunsten der Vielfachantennen folgt, ist 1.: Sie drücken die Wechselzahl mehr herab und gestatten dadurch die Verwendung grösserer Kapazitäten im Primärkreis. 2. Bei derselben Sekundärspule wird der Durchlassindex kleiner, demnach wird weniger von der Welle, die von der Sekundärspule zur Antenne fortschreitet, reflektiert. Beides ist aber unter den Bedingungen der drahtlosen Telegraphie nicht von ausschlaggebender Bedeutung.

3) Vgl. über das Verhältnis beider J. A. Fleming, Lectures on Hertzian wave telegraphy, London 1902, S. 14.

4) Ann. Phys. **8**, 686ff., 1902.

die Stromamplitude im Sekundärsystem des Senders bei vorgegebener Spannungsamplitude des Primärsystems ungefähr proportional ist $\sqrt{C_1 C_2}$ ($C_1$ = Kapazität des primären, $C_2$ = Kapazität des Sekundärsystems). Nach M. Abraham[1]) ist für die Strahlung eines vertikalen Senders die Stromamplitude das Massgebende. Es folgt also: bei derselben Spannungsamplitude des Primärsystems ist cet. par. der absolute Wert der Strahlungsamplitude bei Vielfachantennen grösser als bei Einfachantennen.

2. Ausserdem ist bei Vielfachantennen die Grösse der ausgestrahlten Energie relativ zur vorhandenen, d. h. das Strahlungsdekrement grösser als bei einfachen Antennen. Dies geht aus Messungen hervor, die Herr Brandes hier gemacht hat. Die Verwendung von Vielfachantennen bedeutet also eine bessere Ausnutzung der primären Energie.

**4.** In seiner letzten Arbeit[2]) beschäftigt sich Herr Drude mit der Frage, wie der Primärkreis eines Teslatransformators für enge[3]) Koppelung am besten zu konstruieren sei. Er gelangt zu dem Resultat, dass er möglichst grosse Kapazität und demnach möglichst kleine Selbstinduktion, d. h. praktisch

1. nur eine einzige Primärwindung,
2. möglichst wenig Streuung

besitzen soll.

Diese Bedingungen sind bekannt. Ähnliche Überlegungen, wie Herr Drude sie anstellt, hatten mich schon im Jahre 1899, als ich bei Cuxhaven die Versuche mit drahtloser Telegraphie nach dem System von Herrn Professor Braun leitete, zu denselben Bedingungen geführt und die Richtigkeit derselben hatte sich durch ausgedehnte Versuche bestätigt. Sämtliche Stationen, die damals eingerichtet wurden, hatten Transformatoren, bei denen diese Bedingungen peinlichst erfüllt waren. Fig. 2 ist die photographische Abbildung eines Transformators, wie er damals von der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vormals Schuckert & Co. ausgeführt wurde.[4]) Diese

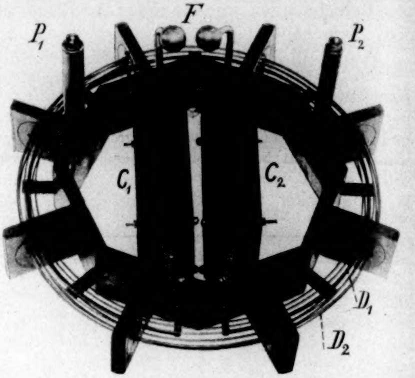



Fig. 2.

Form[1]) wurde 1900 zum Patent angemeldet. Die primäre Strombahn ist der einzige Draht $D_1$, um den sind die Sekundärdrähte $D_2$ gelagert; $P_1 P_2$ sind die Enden der Sekundärwicklung. In der Mitte liegen die Mikanitkondensatoren $C_1$ $C_2$ mit der Funkenstrecke $F$. Die Selbstinduktion insbesondere die unwirksame, ist hier auf ein Minimum reduziert.

Noch etwas günstiger als eine einzige Primärwicklung zeigte sich damals die Verwendung von zwei oder mehreren parallelgeschalteten Primärwicklungen.[2]) Der Unterschied war aber so gering, dass höchstens zwei, meist nur eine einzige Windung benutzt wurde.

**5.** Herr Drude findet[3]), dass für eine Teslaanordnung der Koppelungsgrad $k' = 0{,}6$[4]) eine maximale Spannungsamplitude im Sekundärsystem ergiebt.

Dass die Wirkung einer Tesla-Anordnung bezw. eines Braunschen Senders überhaupt bei einem bestimmten Koppelungsgrad ein Maximum erreicht, wurde von mir schon bei den genannten Versuchen in Cuxhaven festgestellt und die praktische Konsequenz daraus gezogen, insofern als bei jeder Station der gün-

1) Vgl. M. Abraham, diese Zeitschr. **5**, 176, 1904: „Für die Zwecke der drahtlosen Telegraphie kommt es nicht sowohl darauf an, möglichst grosse Endspannungen . . . zu erzielen, als möglichst grosse Stromamplituden . . . am unteren Antennenende". (Vgl. auch M. Abraham, diese Zeitschr. **2**, 331, 1901.) Im Gegensatz dazu giebt Herr Drude an (l. c. S. 994): „Entscheidend für die Zwecke der drahtlosen Telegraphie ist, abgesehen von der Strahlung, die Grösse der Potentialamplitude am Ende der Anordnung".

2) Ann. Phys. **13**, 512ff., 1904.

3) Bei loser Koppelung (abgestimmte Telegraphie) ist der ausschlaggebende Grund für die Verwendung möglichst grosser Kapazität im Primärkreis, dass die Dämpfung (Funkendämpfung) des Primärkreises bekanntlich um so kleiner ist, je grösser die Kapazität ist.

4) Die Transformatoren, die ich durch die mir zur Verfügung stehenden Mechaniker ausführen liess, unterschieden sich davon dadurch, dass die Strombahn keinen Kreis, sondern ein Rechteck bildete und die Kondensatoren Leydener Flaschen waren, die so kurz als irgend möglich an die Primärleitung angeschlossen waren. — Die Anordnung der Sekundärwindungen hatte ich schon von Herrn Professor Cantor, der vor mir die Versuche leitete, übernommen.

1) Später ist dieselbe aus konstruktiven Gründen zum Teil wieder aufgegeben worden.

2) Auch J. A. Fleming bezw. Marconi verwenden im primären Kondensatorkreis mehrere parallelgeschaltete Windungen (vgl. Patent von Fleming, angemeldet am 18. Febr. 1901. Referat in Electrician **50**, 141, 1902—03). Auch sie müssen also schon lange erkannt haben, dass mehrere hintereinander geschaltete Windungen schädlich sind.

3) P. Drude, Ann. Phys. **13**, 544ff., 1904.

4) $k'^2 = k^2 - \left(\frac{\gamma_1 - \gamma_2}{2\pi}\right)^2$. $k$ = Koppelungskoeffizient, $\gamma_1$ bezw. $\gamma_2$ = log. Dekremente des primären bezw. sekundären Systems.

stigste Koppelungsgrad durch Ausprobieren ermittelt wurde.[1])

Dass aber dieses Maximum gerade bei $k' = 0{,}6$ liegt, wie die Berechnungen von Herrn Drude ergeben, ist allgemein jedenfalls nicht richtig. Es geht das aus folgenden Messungen hervor. Ich liess einen primären Kondensatorkreis auf einen sekundären[2]) mit ihm in Resonanz befindlichen induzieren und veränderte die Koppelung. Ein ungefähres Mass für die Maximalamplitude der Schwingung im Sekundärkreis lieferte eine Funkenstrecke $F$. Um den Koppelungsgrad, d. h. den Faktor $k'$ zu bestimmen, nahm ich mit Hilfe eines variablen Messkondensatorkreises und Bolometers die Resonanzkurve der Schwingungen im Sekundärkreis auf. Aus den Scheitelpunkten der Resonanzkurven folgen wenigstens angenähert die Wechselzahlen $n_1$ und $n_2$ der beiden Schwingungen im Sekundärkreis und aus diesen nach der Beziehung

$$\frac{n_1}{n_2} = \sqrt{\frac{1 + k'}{1 - k'}} \quad ^{3)}$$

der Faktor $k'$.

Die Kurven, die ich bei allmählicher Steigerung der Koppelung erhielt, sind die Kurven *a b c d* von Fig. 3. Die Koppelungskoeffizienten, die sich aus ihnen ergeben und die Schlagweiten, die an der Funkenstrecke $F$ bei der betreffenden Koppelung beobachtet wurden, sind die folgenden:

| | $k^1$ | $F$ |
|---|---|---|
| *a* | — | 1,2 mm |
| *b* | ca. 0,02 | 2,7 „ |
| *c* | 0,18 | 3,2 „ |
| *d* | 0,25 | 3,1 „ |

d. h. die Maximalamplitude im Sekundärsystem erreicht ihren grössten Wert[1]) schon bei $k' = 0{,}18$, also bei einer sehr viel loseren Koppelung, als $k' = 0{,}6$ entsprechen würde.

Ich vermute den Grund für diese starke Abweichung darin, dass Herr Drude gezwungen war, die Dämpfung des Primärkreises als konstant vorauszusetzen, während der Funkenwiderstand wahrscheinlich mit der Koppelung und der dadurch bedingten Veränderung der Schwingung auch im Primärkreis sich ändert.[2]) Für die Berücksichtigung dieses Umstandes fehlt vorerst jede experimentelle Grundlage. In der Praxis der drahtlosen Telegraphie wird man also vorerst darauf angewiesen sein, entweder in jedem Falle durch Ausprobieren die beste Koppelung zu ermitteln, oder durch systematische Versuche Regeln dafür festzustellen.

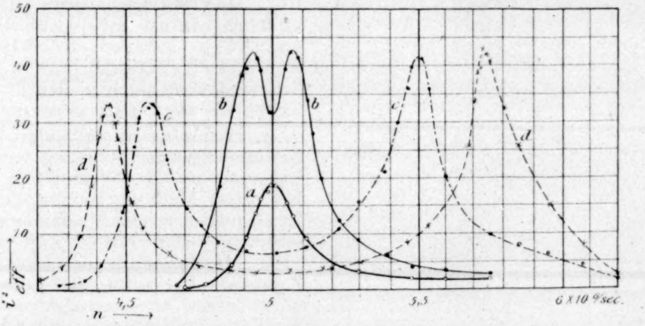



Fig. 4.

**6.** Herr Drude[3]) zieht daraus, dass die Maximalamplitude im Sekundärsystem proportional $F/w_1$ ist ($F$ = Anfangsspannung im Primärsystem, $w_1$ dessen Widerstand praktisch identisch mit dem Funken„widerstand“), den Schluss, dass „die Abhängigkeit der Tesla-

1) Vgl. F. Braun (Electrician, 15. April 1904): „In Dr. Zennecks experiments particularly the frequency of oscillation in the jar circuit was raised systematically in the first place, and the variations were made in what is now termed the degree of coupling (Koppelungsgrad). The series of experiments were conducted by him always until the maximum effect on the distant station had been passed. This was done in the winter of 1899—1900.“ Vgl. auch F. Braun, Drahtlose Telegraphie durch Wasser und Luft, Leipzig 1901, S. 66.

2) In den Berechnungen von Herrn Drude ist keine Voraussetzung über die Natur des Sekundärsystems gemacht; es braucht also nicht eine Spule zu sein.

3) Vgl. P. Drude, Ann. Phys. **13**, 91 (117).

1) Dass einer Abnahme der Schlagweite auch eine Abnahme der Maximalamplitude entspricht, darf sicher angenommen werden.

2) Vielleicht liegt es auch daran, dass die Abnahme der Amplitude bei Kondensatorkreisen mit Funkenstrecke nicht durch eine einfache Exponentialfunktion dargestellt werden kann (vgl. J. Zenneck, Ann. Phys. **13**, 822, 1904).

3) Ann. Phys. **13**, 544, 1904.

wirkung vom Primärfunkenpotential $F$ ... innerhalb gewisser Grenzen gering" ist. Er fährt fort: „Das haben mir sowohl Versuche gezeigt, als auch geht es aus (114')" — d. h. $V_2 \sim F/w_1$ — hervor, da $w_1$ mit der Funkenlänge, daher auch mit $F$ zunimmt."

Wie die Anfangsspannung $F$ mit der Funkenlänge zunimmt, hängt bei einigermassen grossen Funkenlängen hauptsächlich von dem Radius der Kugeln an der Funkenstrecke ab. Bei grossen Kugeln (z. B. Radius = 2,5 cm) nimmt bis 4 cm Schlagweite die Spannung noch sehr rasch mit der Schlagweite, wenn auch nicht ganz proportional derselben, zu. Bei kleinen Funkenkugeln (Radius < 1 cm) steigt schon von 1 cm Schlagweite ab die Spannung nur sehr wenig mit der Schlagweite.[1])

Wie sich der „Widerstand" $w_1$ der Funkenstrecke mit der Funkenlänge ändert, dafür ist hauptsächlich die Grösse der Kapazität im Kondensatorkreis massgebend. Bei Kapazitäten, die 200 cm übersteigen, nimmt bis etwa 0,5 cm Schlagweite der Funkenwiderstand mit wachsender Funkenlänge überhaupt nicht zu, sondern ab. Von da an nimmt er mit wachsender Funkenlänge zu, aber je nach der Kapazität in sehr verschiedener Weise: sehr rasch bei relativ kleinen Kapazitäten, relativ langsam bei grossen.[2])

Über den Gang von $F/w_1$ und damit der Maximalamplitude im Sekundärsystem mit der primären Funkenlänge kann also allgemein nichts ausgesagt werden. Wie sehr derselbe von den Umständen abhängt, zeigen z. B. die beiden Kurven in Fig. 4. Als Abszissen derselben

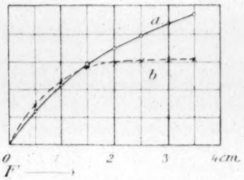



Fig. 4.

sind die Funkenlängen im Primärsystem aufgetragen, die Ordinaten sind der sekundären Schlagweite zwischen sehr grossen Kugeln (Radius = 5,7 cm) proportional. Kurve *a* bezieht sich auf einen Teslatransformator, in welchem die primäre Kapazität 246 cm und der Radius der Funkenkugeln 0,75 cm war, Kurve *b* auf eine Anordnung, bei der die primäre Kapazität 984 cm und der Radius der Funkenkugeln 2,5 cm betrug. Während im ersten Fall die sekundäre Schlagweite von 1,5 cm primärer Schlagweite an bis 3,5 cm überhaupt kaum mehr zunimmt, steigt sie im zweiten Fall in demselben Intervall auf ihren $1\frac{1}{2}$ fachen Wert, trotzdem der Unterschied der Kapazitäten und Kugelradien noch mässig ist.

1) Vgl. A. Heydweiller, Wied. Ann. **48**, 235, 1893. Für grössere Schlagweiten folgt es aus Messungen, die Herr Algermissen am hiesigen Institut gemacht hat.

2) Folgt teilweise schon aus R. Lindemann (Ann. Phys. **12**, 1038, 1903) und früheren Arbeiten über den Funkenwiderstand, hauptsächlich aber aus den Messungen von Herrn Kempp am hiesigen Institut.

Dass es gewisse Grenzen giebt, innerhalb deren die sekundäre Spannungsamplitude bei Steigerung der primären Spannung sich nur wenig ändert, ist gewiss richtig. Für die Verhältnisse der drahtlosen Telegraphie aber[1]), wo bei einigermassen kräftigen Stationen die primären Kapazitäten zwischen 10000 und 40000 cm liegen, und bei ganz grossen Stationen bis 200000 cm Kapazität verwendet werden, wo ferner die Funkenstrecken aus Kalotten von sehr grossen Kugeln hergestellt werden, gilt: die Maximalamplitude im Sekundärsystem nimmt mit wachsender Primärspannung mindestens bis etwa 4 cm Schlagweite relativ rasch zu. Thatsächlich wird denn auch in der Praxis mit Schlagweiten bis etwa 4 cm gearbeitet.[2])

**7.** Herr Drude giebt eine Methode an zur Bestimmung der Dämpfung von Oszillator und Resonator und der Wechselzahl des Resonators. Bei dieser Methode kommt die Aufnahme der Resonanzkurven der Maximalamplitude zur Verwendung. Herr Drude sagt darüber (S. 526): „Die Maximalamplitude (grösster Wert des Potentials $V_2$) kann aus Funkenschlagweiten, oder besser aus der elektrischen Ablenkung der Kathodenstrahlen in einer Braunröhre experimentell quantitativ erhalten werden."

Für die Bedürfnisse der drahtlosen Telegraphie handelt es sich um Wechselzahlen, die bei normalen Stationen über $10^6/sec$ liegen. Bei solchen Wechselzahlen ist die Braunsche Röhre nicht mehr brauchbar. Wäre sie brauchbar, so würde sie ein Mittel geben, um die Dämpfung direkt zu bestimmen.[3]) Um die Maximalamplituden aus Schlagweiten zu bestimmen, müsste man den Zusammenhang zwischen Schlagweite und Spannungsamplitude bei schnellen Schwingungen kennen. Soviel

1) Die folgenden Zahlenangaben verdanke ich der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie in Berlin.

2) Der Irrtum, dass es auch unter den Bedingungen der drahtlosen Telegraphie (grosse Kapazitäten) keinen Zweck habe, mit grossen Primärfunken zu arbeiten, scheint ziemlich verbreitet zu sein. H. Th. Simon (diese Zeitschr. **4**, 740, 1903, Vortrag auf der Naturforscherversammlung) sagt z. B.: „Indes ist, wie man weiss, dieser Vergrösserung" — nämlich Vergrösserung der Luftfunkenstrecke — „eine frühe Grenze gesteckt von etwa 1/2 bis 3/4 cm, wahrscheinlich, weil eine weitere Vergrösserung Bedingungen schafft, unter denen die Entladungsenergie alsbald in der Überwindung des Widerstandes der Funkenstrecke verzehrt wird, d. h. die Entladung aperiodisch verläuft".

3) Vgl. J. Zenneck, Ann. Phys. **7**, 801, 1902.

ich weiss, ist aber bis jetzt darüber fast nichts bekannt.[1] Es scheint mir demnach der Methode von Herrn Drude, abgesehen von anderen Bedenken, die Grundlage zu fehlen.

Wo es sich im Gebiete der drahtlosen Telegraphie um die Bestimmung der Dämpfung handelt, hat sich die Bjerknessche Methode sehr gut bewährt.[2] Es empfiehlt sich nur, im Resonanzkreis die Kapazität und nicht den Selbstinduktionskoeffizienten zu variieren und den Stromeffekt in demselben durch einen Bolometerkreis, auf den man induziert, zu beobachten. Die Methode liefert mit einer durchaus genügenden Genauigkeit die Dämpfungen von Primär- und Sekundärsystem und die Wechselzahl eines der beiden Systeme, wenn diejenige des anderen bekannt ist.

1) Dass man bei Messungen mit Schwingungen von der Wechselzahl eines grösseren Hertzschen Oszillators falsche Resultate bekommt, wenn man die Beziehungen zwischen Schlagwerte und Spannung benutzt, die für statische Ladungen gelten, hat schon V. Bjerknes (Wied. Ann. **55**, 124, 1895) angegeben. — Ich habe deshalb, als ich in Ermangelung von etwas besserem Schlagweiten zur Bestimmung von Spannungsamplituden verwandte (Ann. Phys. **12**, 869, 1903) und die statisch ermittelten Werte benutzte, mich durch besondere Vorversuche davon überzeugt, dass dies im Gebiet der vorliegenden Wechselzahlen und bei der verlangten Genauigkeit unbedenklich war (l. c. Fussnote 3 auf S. 870). — Herr Algermissen ist am hiesigen Institut mit der Untersuchung dieser Frage beschäftigt.

2) Mit dieser Methode hat Herr Rempp in einer demnächst erscheinenden Arbeit (Preisaufgabe der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät Strassburg) die Dämpfung von Kondensatorkreisen mit Funkenstrecke systematisch untersucht.

Strassburg i/Els., Phys. Institut.

(Eingegangen 19. August 1904.)

## Radioaktive Emanationen in der Atmosphäre.

Von Albert Gockel.

Im nachstehenden gebe ich zunächst eine kurze Übersicht über die von mir hier in Freiburg (Schweiz) ausgeführten Bestimmungen des Gehaltes der Atmosphäre an radioaktiver Emanation. Die Messungsmethode war die der Herren Elster und Geitel. Die Genannten drücken den Gehalt der Atmosphäre an radioaktiver Emanation, den sie mit $A$ bezeichnen, in einer willkürlichen Einheit aus, deren Wert abhängig ist von den Dimensionen des benutzten Apparates.[1] Nun ist mein Zerstreuungsapparat zwar von der Firma Günther & Tegetmeyer, welche die Elster u. Geitelschen Apparate liefert, verfertigt worden, der Messingcylinder aber, welcher zur Aufnahme des aktivierten Drahtes dient, wurde in unserer Institutswerkstätte verfertigt, und obgleich ich mich an die Massangaben der Herren Elster und Geitel hielt, ist es doch möglich, dass kleine Unterschiede in der Form vorhanden sind, und $A$ also bei mir nicht ganz genau denselben Wert hat wie bei den Herren Elster und Geitel. Von den im nachstehenden niedergelegten Resultaten könnte höchstens das erste, wenn auch in unwesentlichem Masse, durch diese Abweichung beeinflusst sein. Die etwa 0,5 mm starken und 10 m langen Drähte waren im Garten meiner frei gelegenen Wohnung zwischen Bambusstangen in der Höhe von 2—3 Meter ausgespannt. Wurden an einem Tag mehrere Beobachtungen ausgeführt, so wurde mit den Drähten natürlich gewechselt. Derselbe Draht kam frühestens nach 5 Stunden wieder zur Verwendung. Die Drähte wurden 2 Stunden lang exponiert, zur Ladung diente die von den Herren Elster und Geitel beschriebene Hochspannungssäule, die sich vorzüglich bewährte. Die angewandte Spannung, die konstant zu halten, nicht immer möglich war, schwankte zwischen 2000 und 2500 Volt. Die wesentlichsten Resultate der sich über 10 Monate (Oktober 1903 bis Mitte August 1904) hinziehenden Untersuchung sind:

1. Das Mittel der 150 um die Mittagszeit vorgenommenen Bestimmungen ergiebt $A = 84$. Dieser Wert ist $4\frac{1}{2}$ mal grösser als der von den Herren Elster u. Geitel in Wolfenbüttel gefundene, er kommt dem von Saake in Arosa in den Monaten Februar bis April beobachteten Werte 91 ziemlich nahe. Da die Herren Elster und Geitel auch in den bayrischen Voralpen $A = 137$ fanden gegen $A = 6$ auf der Insel Juist, so scheint es faktisch, dass der Gehalt der Atmosphäre an radioaktiver Emanation von der Nordsee nach den Alpen hin zunimmt. Der höchste von mir und zwar bei Föhnwetter beobachtete Wert ist $A = 420$, der kleinste $A = 10$. Schliesst man die bei Föhn erhaltenen Werte aus, so verhält sich der maximale zum minimalen Wert wie $17:1$, das ist das auch in Wolfenbüttel beobachtete Verhältnis. Das Maximum 420 ist ungefähr dasselbe wie das von Simpson in Karasjok (Norwegen) beobachtete Maximum $A = 432$.

2. Die tägliche Periode von $A$ scheint ziemlich einfach zu sein. In den ersten Morgenstunden nimmt $A$ zu, bleibt dann von etwa $9^h a - 5^h p$ ziemlich konstant, nur an manchen Tagen scheint sich über Mittag eine kleine Depression, analog der des Potentialgefälles, einzustellen. In den ersten Morgenstunden und ebenso nach Untergang der Sonne bereitet die Isolation Schwierigkeiten. Eine in der letzten Zeit vorgenommene Verbesserung der Isolierhaken konnte ich noch nicht genügend erproben. Gegenüber den starken Schwankungen, die $A$ überhaupt aufweist, sind die im Laufe eines

1) Elster u. Geitel, diese Zeitschr. **4**, 526, 1903.

Tages vor sich gehenden Schwankungen gering. Aus diesem Grunde und weil ich doch nur an wenigen Tagen vom Morgen bis zum Abend ununterbrochen beobachten konnte, hat die Bildung von Stundenmitteln keinen Zweck. Ich ziehe es vor, das Gesagte durch einige willkürlich herausgegriffene Reihen zu illustrieren. Der Draht war jedesmal 2 Stunden lang exponiert, $8^h a$ bedeutet also, dass der Draht von 7—9 ausgespannt war. Die Werte von $A$ waren:

| Datum | $7^h a$ | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | $1^h p$ | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18./I. | — | — | — | 19,6 | — | 17,6 | — | — | 23,6 | — | 18,2 | — | — | — |
| 15./III. | — | 41 | — | — | 64 | — | 109 | — | 96 | — | — | — | 68 | — |
| 1./V. | — | — | 99 | — | 148 | — | 78 | — | 90 | — | — | — | — | — |
| 2./V. | — | — | 72 | — | 93 | — | — | 86 | — | 104 | — | — | — | — |
| 13./V. | — | 47 | — | — | 33 | — | 67 | — | 26 | — | 34 | — | — | — |
| 14./V. | — | 61 | — | 98 | — | — | 74 | — | — | 94 | — | — | 60 | — |
| 20./VII. | — | 93 | — | — | 104 | — | 97 | — | — | — | — | — | 81 | — |
| 7./VIII. | — | — | 136 | — | 154 | — | 170 | — | — | 162 | — | 138 | — | 134 |
| 8./VIII. | 132 | — | — | 153 | — | — | 119 | — | 138 | — | — | — | 110 | — |
| 9./VIII. | | 115 | — | 138 | — | — | 122 | — | 127 | — | — | — | — | — |

Saake, der in Arosa jeweils nur eine halbe Stunde lang exponierte, fand, dass $A$ vom Morgen bis $2p$ ziemlich gleichmässig anstieg, um dann wieder abzunehmen.[1])

Eine jährliche Periode lässt sich aus meinen Zahlen nicht erkennen.

3. Ebensowenig wie die Herren Elster und Geitel konnte ich eine Abhängigkeit der Grösse $A$ von Temperatur, Feuchtigkeit, Wind oder Bewölkung sicher feststellen. Eine Gruppierung nach der Temperatur ergiebt allerdings für die niederen Werte der Temperatur ein höheres $A$, aber dieselben hohen Werte von $A$ oder noch höhere (130—170) erhielt ich auch während der Hitzeperiode dieses Sommers, die Temperatur als solche kann also nicht das Ausschlaggebende sein. Wenn an klaren Frosttagen der Gehalt der Atmosphäre an radioaktiver Emanation bosonders hohe Werte erreicht, so kann dies auch mit dem an solchen Tagen herrschenden hohen Luftdruck oder mit der Abwesenheit von Bewölkung zusammenhängen. Saake und Simpson konstatieren eine Zunahme von $A$ mit abnehmender Bewölkung. Auch ich habe an manchen Tagen mit intensiver Sonnenstrahlung auffallend hohe Werte von $A$ beobachtet, ebenso hohe Werte erhielt ich aber auch wieder bei dichter Stratusbedeckung, so dass der Einfluss der Bewölkung ebenfalls noch nicht sicher gestellt ist. Einen Zusammenhang von $A$ mit dem Potentialgefälle konnte ich ebensowenig nachweisen, dagegen ergab sich ein solcher mit dem Zerstreuungskoeffizienten $a_-$ der negativen Elektrizität, allerdings nicht in dem Sinne, dass einem jeden hohen Werte von $A$ auch ein ebensolcher von $a_-$ und umgekehrt entspricht, dagegen steigen die Mittelwerte von $a_-$ deutlich mit zunehmendem $A$, wie die nachstehende Tabelle zeigt.

| $A$ | 0—50 | 51—100 | 101—150 | 151—200 |
|---|---|---|---|---|
| $a_-$ | 4,00 Proz. | 4,78 | 5,07 | 6,36 |
| Zahl der Beobacht. | 18 | 41 | 21 | 8 |

Dass hohen Zerstreuungswerten auch hohe Mittelwerte der Aktivierungszahlen entsprechen, haben die Herrn Elster und Geitel schon beobachtet. Dass diese Übereinstimmung aber nur im Mittel vorhanden ist, und bei einem und demselben Wert von $A$ die verschiedensten Zerstreuungskoeffizienten beobachtet werden, mag teilweise auf Rechnung des Windes zu setzen sein. Stürmisches Wetter drückt die Aktivierungszahl herunter, erhöht dagegen naturgemäss den Zerstreuungskoeffizienten. Vollständig aber kann man die Abweichungen der beobachteten $A$ von dem nach Beobachtungen in geschlossenen Räumen zu erwartenden Gang durch die Wirkung des Windes nicht erklären; denn auch der mit dem Ebertschen Aspirationsapparat bestimmte Ionengehalt der Luft steigt nicht regelmässig mit der Aktivierungszahl $A$ an. Allerdings habe ich bis jetzt nur eine geringe Zahl vergleichender Bestimmungen ausführen können. Der Aspirations- resp. Zerstreuungsapparat stand dabei auf dem Balkon des Hauses, seltener frei im Garten, von dem ausgespannten Drahte immer durch das Haus getrennt. Der Zusammenhang des $A$ und $a_-$ wird sich auch darin zeigen, dass $q = \frac{a_-}{a_+}$ im allgemeinen mit $A$ steigt. Wo aber die Werte von $q$ dadurch höher werden, dass $a_+$ infolge von Dunst- oder Taubildung sinkt, wie dies des Morgens und nach Sonnenuntergang gewöhnlich der Fall ist, wird $A$ durch diese Änderung von $q$ nicht berührt.

4. Ganz im Gegensatz zu dem, was die Herren Elster und Geitel gefunden, habe ich beobachtet, dass $A$ steigt mit zunehmendem Luftdruck, also absteigender Luftbewegung. Bei sinkendem Luftdruck nimmt im allgemeinen, aber nicht immer, auch der Emanationsgehalt der Luft ab. So habe ich dreimal Werte von $A$ zwischen 80 und 120 erhalten, als bei sinkendem Barometer und steilen Gradienten

1) Saake, diese Zeitschr. **4**, 630, 1903.

stürmisches Wetter eintrat. Als ferner in den Tagen vom 9.—11. August der hohe Luftdruck, der 6 Wochen lang fast ununterbrochen über der Schweiz gelagert hatte, langsam abnahm, — das Barometer sank vom Morgen des 9. bis zum Abend des 11. um 7 mm — wurde die Aktivierungszahl $A$ durch diese Änderung erst berührt, als am Nachmittag des 11. Gewitterregen eintraten. Bis dahin hatte $A$ während der Tagesstunden nur zwischen 130 und 150 geschwankt.

Besonders deutlich kommt, worauf ich schon früher [1]) aufmerksam gemacht habe, der Einfluss der absteigenden Luftbewegung auf den Emanationsgehalt der unteren Schichten hier zum Ausdruck, wenn in der Centralschweiz Föhnwetter herrscht. Regelmässig beobachte ich an solchen Tagen Werte von $A$, die über 150 liegen. Einmal wurde sogar an einem solchen Tage $A = 420$ gemessen. Dabei verrät sich der Föhn hier nur durch die Deutlichkeit, mit der auch entfernte Gipfel, wie z. B. Schreckhorn, sichtbar werden. Eine Steigerung der Temperatur oder Abnahme der Feuchtigkeit ist an den Tagen, an denen nach dem Bericht der Schweizerischen Meteorologischen Centralanstalt in der Centralschweiz Föhn herrscht, hier nicht wahrzunehmen. Saake [2]) ist bezüglich des Zusammenhangs zwischen Aktivierungszahl $A$ und Föhn in Arosa zu einem dem meinigen entgegengesetzten Resultate gekommen.

Er giebt folgende Zusammenstellung

| Datum | $A$ | $a_-$ | $a_+$ |
|---|---|---|---|
| 23./II. | 7 | 2,7 | 3,0 |
| 1./III. | 123 | 3,5 | 3,1 |
| 12./III. | 6,7 | 2,8 | 2,6 |
| 17./III. | 10,0 | — | — |
| 23./IV. | 22,5 | 3,6 | 2,6 |

Aber an keinem der hier von Saake angeführten Tage meldet der Wetterbericht der Centralstation Föhn. Wie sowohl aus der Wetterkarte als auch aus den mir von der Züricher Centralstation gütigst zur Einsicht überlassenen Aufzeichnungen der Station Arosa hervorgeht, hat der Beobachter von Arosa an 4 der angeführten Tage die gewöhnlichen, im Gefolge einer Depression auftretenden Südwestwinde als Föhnwinde bezeichnet, was hierzulande häufig geschieht. Am 1./III. breitete sich dagegen über der Schweiz ein Gebiet hohen Druckes aus, daher auch der hohe Wert von $A$. Am 18./III. meldet die Wetterkarte: Leichter Föhn in Chur. Die Grösse $A$, die an dem irrtümlich als Föhntag bezeichneten 17. nur den Wert 10,0 erreicht hatte, stieg daher am 18. auf 78,8. Man sieht, die Beobachtungen Saakes stimmen in Wirklichkeit mit den meinigen recht gut überein. Ich hoffe, Gelegenheit zu bekommen, die Beobachtungen in einem der charakteristischen Föhntäler fortsetzen zu können.

[1]) Diese Zeitschr. **4**, 873, 1903.
[2]) Diese Zeitschr. **4**, 631, 1903.

Die angeführten Beobachtungen scheinen mir zu beweisen, dass der grösste Teil der hier in der Atmosphäre vorhandenen radioaktiven Emanation nicht aus dem Boden, sondern aus den höberen Schichten der Atmosphäre stammt. Mit der Annahme, die Emanation stamme vorwiegend aus dem Boden, scheint mir auch die Thatsache unverträglich zu sein, dass die Bodenluft hier viel weniger, die atmosphärische Luft aber viel stärker radioaktiv ist als in Wolfenbüttel. Auch die von Saake in Arosa und Simpson in Karasjok beobachteten hohen Aktivierungszahlen wird man nicht auf Rechnung der ausströmenden Bodenluft setzen können, da an beiden Orten der Boden während der Beobachtungszeit festgefroren und hoch mit Schnee bedeckt war. Unerklärt bleibt dabei allerdings noch, warum gerade in der Nähe der Alpen der Gehalt der Atmosphäre an radioaktiver Emanation so auffallend hoch ist.

Ich habe auch in diesem Jahre, und zwar in der Zeit von 24.—29. Juli eine Anzahl Messungen der Grösse $A$ auf dem Brienzer Rothorn vorgenommen. Das Wetter war gerade während dieser Tage minder beständig, als es den Sommer über gewesen war. Am 25. zog eine Depression über die Schweiz hinweg. Der Berg war häufig von Kumuluswolken umgeben, und deren Anwesenheit drückte, wie ich schon früher bemerkte, den Zerstreuungskoeffizienten $a_-$ der negativen Elektrizität herunter und verringerte gleichzeitig auch den Gehalt der Atmosphäre an radioaktiver Emanation. Die beobachteten Werte von $A$ schwankten zwischen 50 und 190, und zwar wurden die höchsten Werte an dem noch heitern 25. beobachtet. Trotz dieses verhältnismässig geringen Gehaltes an Emanation, gelangen die Aktivierungen im freien Felde der Erde vorzüglich. Der Draht wurde auf dem Grat, 2 mm hoch über dem Boden ausgespannt. Das elektrische Feld, das wegen des starken Windes und der Annäherung der Wolken stark schwankte, wurde dieses Mal nicht gemessen. Nach meinen früheren, bei nebligem Wetter ausgeführten Bestimmungen mag es an dieser Stelle

$$300—700 \frac{V}{m}$$ betragen haben. Die erhaltenen

Aktivierungszahlen $A$ schwanken zwischen 23 und 58, und zwar wurde das letztere Maximum bei nur 2 stündiger Exposition 11 *a* bis 1 *p* erhalten. Wurde die ganze Nacht hindurch exponiert, z. B. 6 *p* bis 9 *a*, so waren die Zahlen auch nicht höher als bei nur 2—4 stündiger Exposition. Das Maximum der Aktivierung scheint also auch im Felde der Erde in nicht viel mehr als 2

Stunden erreicht zu sein. Vergleichende Bestimmungen liessen sich wegen des raschen Wechsels des Feldes nicht durchführen.

Die Versuche zeigen, dass die Selbstaktivierung eines in das Erdfeld ragenden Gegenstandes, also auch des menschlichen Körpers auf dem Grate des Rothorns eine viel höhere ist, als man selbst nach den Versuchen Saakes in Arosa[1]) annehmen konnte. Es schlagen sich auf einem im Erdfeld exponierten Körper Mengen von Emanation nieder, die schon sehr auffallende Wirkungen auszuüben imstande sind, und es ist demnach sehr wahrscheinlich, dass die physiologischen Wirkungen der Hochgebirgsluft, speziell vielleicht die Bräunung der Haut, zum Teil wenigstens auf den Gehalt dieser Luft an radioaktiver Emanation zurückzuführen ist.

1) l. c. S. 631.

Freiburg (Schweiz), August 1904.

(Eingegangen 15. August 1904.)

## Über die in Thermalquellen enthaltene radioaktive Emanation.

Von Albert Gockel.

Im Laufe dieses Frühjahres habe ich das Wasser der Quellen von Tarasp, Leuk und Baden (Aargau) nach den üblichen Methoden, Auskochen oder Durchleiten von Luft, auf das Vorhandensein radioaktiver Emanation geprüft. Die Wasser kamen 2—3 Tage nach der Abfüllung zur Untersuchung. Emanation war im Wasser von Leuk und Baden sicher vorhanden, auch der Schlamm von Leuk erwies sich ebenso wie der von Ragaz als radioaktiv, doch waren die erhaltenen Mengen von radioaktiver Emanation niemals sehr erheblich. Ich war daher sehr überrascht, als ich bei einer an Ort und Stelle vorgenommenen Untersuchung der Badener Quellen, die mir durch das freundliche Entgegenkommen des Besitzers des Verenahofes in Baden (Aargau), Herrn Borsinger, ermöglicht wurde, fand, dass die Gase, welche der im Verenahof befindlichen Quelle entsteigen, ausserordentlich radioaktiv sind. Wurden diese Gase unter eine Glocke von etwa 20 Liter Inhalt, unter welcher der Zerstreuungsapparat stand, geleitet, so fielen nach halbstündigem Einleiten die Blättchen des Elektroskops in einer Minute fast vollständig zusammen. Der Verlust betrug etwa 6000 Volt per Stunde, gegen 30, wenn die Glocke mit Zimmerluft gefüllt war. Der Isolationsfehler blieb stets gering.

Dass es sich wirklich um das Vorhandensein einer Emanation und nicht um blosse Ionisierung handelt, beweist der folgende Versuch. Die den Apparat bedeckende Glocke wurde weggenommen, die Zerstreuungsgeschwindigkeit nahm nun rasch ab. Wurde die Glocke, nachdem der Apparat eine halbe bis eine Stunde sich selbst überlassen war, wieder eingesetzt, ohne dass neues Gas eingeleitet wurde, so nahm die Zerstreuungsgeschwindigkeit sofort wieder zu, während sie sonst im kleinen Raume auch kleiner ist. Es hatte sich also auf dem Stanniol, mit dem die Glasglocke innen ausgekleidet ist, radioaktive Emanation niedergeschlagen.

Die Abklingungskonstante konnte ich leider wegen Mangel an Zeit nicht bestimmen. Im Laufe von 2 Stunden liess sich keine Abnahme der induzierten Radioaktivität erkennen.

Die Versuche beweisen nicht nur die hohe Radioaktivität der Badener Quellgase, sondern zeigen auch, dass Untersuchungen von Quellwassern, die nicht an Ort und Stelle ausgeführt werden, nur einen beschränkten Wert haben.

Es erhalten nach Treadwell 100 ccm Badener Quellgase:

$N$ 69,04 ccm; $CO_2$ 30,91 ccm; $SH_2$ 0,56 ccm; $O$ 0,00 ccm.

Eine Prüfung auf Helium gedenke ich selbst noch vorzunehmen.

Bemerkt sei noch, dass Schwefel, der vor etwa 10 Jahren aus dem Badener Quellschacht entnommen wurde, und den ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. M. Zehnder in Baden (Aargau) verdanke, nur sehr schwache Spuren von Radioaktivität aufwies.

Bezüglich des Tarasper Wassers werde ich weitere Mitteilungen folgen lassen.

Freiburg (Schweiz), August 1904.

(Eingegangen 15. August 1904.)

## Versuch eines Modells und ein Seitenstück zur Radioaktivität.

Von J. J. Taudin Chabot.

Von den Atomen sogenannt radioaktiver Stoffe streben offenbar etwelche dem Zerfall zu, gehen mit einem Male, scheinbar unvermittelt, auseinander oder, bezeichnender wohl, explodieren. Die Explosion bleibt aber jeweils auf dem unmittelbar betroffenen Massenelement lokalisiert, d. h. sie entfesselt nicht, wie es anderweitig Explosionen zu thun pflegen, umliegender Massenelemente Spannkräfte, obwohl zersprengte Fragmente[1]), schon der einzelnen

1) Sehr eigenartig berührt es, wenn man gewahrt, wie viel schon, auf minder oder mehr realem Boden, über solche Fragmente spekuliert wurde, von Aristoteles bis Crookes, und Liebig mag recht haben, wo er meint (Kahlbaum, Monographien aus der Geschichte der Chemie **7**, 110, 1904), dass „Aristoteles lange nicht so dumm ist, als ihn die Philologen gemacht haben". Von dessen *πρώτη ὕλη* sind aber die Atomfragmente noch weit entfernt, denn jene war *ἄγνωστος*, während wir diesen wohl schon als *ἐσχάτη ὕλη* begegnen. — Das „Atom" mag

Partikeln, sodann auch hier weitergreifende Wirkungen üben, die eben den Vorgang erkennen lassen.

Eine Illustration desselben, in grösserem Stile, bietet das eintretende Sieden. Die aus der siedenden Substanz jäh hervorbrechende Dampfblase verursacht ein Geräusch, und schleudert Teilchen umher während sie entweicht, unter geeigneten Bedingungen als Wirbel mit einer gewissen Stabilität und Energie, vergleichbar etwa jenen Böllerwirbeln, die das Gleichgewicht atmosphärischer Schichte störend, hageldrohende Formationen abwenden sollen.[1])

So offenbart sich die Radioaktivität in den $\gamma$-, $\beta$- und $\alpha$-Strahlen, erstere teilweise wohl ebenfalls undulatorisch geartet, eine Erschütterung im mit beteiligten Medium, dem Äther, wie es das Geräusch der entweichenden Dampfblase war in der Luft, letztere beide korpuskularer Natur, ein Aussenden von Teilchen, ähnlich denen der Kathodenstrahlensubstanz und, weitaus überwiegend, auch von solchen, die in der Massengrössenordnung dem Wasserstoffatom gleichkommen.

Wo die Verwandlungstendenz fortbesteht, scheint nun weiter eine Reihe von Übergangsformen der Materie sich abzulösen, die Emanationen, deren Bausteine — Rutherford und Soddys Metabola — immerfort wieder in gewisser Anzahl dem Zerfall zustreben; vermutlich einatomig, haben sie chemisch gemein eine geringe Neigung Verbindungen einzugehen, Eigentümlichkeit ausser des als Zerfallsprodukt einer solchen Emanation schon erkannten Heliums, auch noch der weitereren Ramsayschen Funde Argon, Neon, Krypton, Xenon.[2])

Für diese inerten Gase, welche ihr Entdecker selbst nicht ganz befriedigend in das periodische System einzureihen wusste, hat kürzlich in bemerkenswerter Weise Mendelejew seinerseits eine neue, nullte Gruppe versuchsweise aufgestellt[3]); in der ersten und, sodann auch der nullten Reihe vertreten die neue Gruppe successive das Koronium der Sonnenkorona und Äther, der Weltäther, den Mendelejew als materielles Substrat anspricht; der Mendelejewsche Äther — Newtonium provisorisch — ist ein Gas, das bei geschwindester Eigenbewegung seiner Moleküle von relativ sehr geringem Gewicht, unfähig sich irgendwie chemisch zu bethätigen nur, dank einem unvergleichlichen Penetrationsvermögen, sich allenthalben verbreitet und eindringt, wie schon weniger alerte Gase in Flüssigkeiten und einige feste Stoffe. Als förmliche Exhaustion von Atomen dieses Äthers deutet zum Schluss Mendelejew die Radioaktivität.

Eine derartige Auffassung liesse sich nun einigermassen veranschaulichen durch ein Gedankenmodell im Anschluss an das Bild vom eintretenden Sieden: Ein auf der betreffenden Flüssigkeit lagernder Druck schwankt periodisch um den der gegebenen Temperatur entsprechenden konstanten Dampfdruck der Substanz als Mittelwert, es resultiert ein intermittierendes Sieden, ein wechselndes Hervorbrechen von Dampfblasen, quantitativ bedingt, je nach der Form des in Betracht kommenden Teiles der Dampfdruckkurve, durch die Amplitude der Druckvariation. Falls die Dampfdruckkurve eine gerade ist, giebt es, bei einem linearen Verhältnis zwischen dem mittleren äusseren Druck und dem Dampfdruck der Flüssigkeit, keinen anderen Weg den Prozess von aussen zu beeinflussen, wie durch Modifikation der Druckschwankungsamplituden; bleibt der Mittelwert des äusseren Druckes unverändert, so wird nur, wenn zunächst die Temperatur der Substanz etwas steigt, die Intensität des Prozesses anfänglich zunehmen und eine äquivalente Wärmeabgabe sich hinzugesellen. Es liesse sich das Modell noch mehr in Einzelheiten entwickeln, z. B. unter Hinzunahme von Betrachtungen über Siedeverzug und Unterkühlung, über einen kritischen Druck, bezw. die Denkmöglichkeit einer partiellen Verflüssigung von Mendelejews Äther durch kapillare Kräfte u. s. w.; allein, je weiter man geht, desto leichter wird auch eine derartige Paralleloskopie versagen, desto eher demnach muss man gewärtig sein Trugbilder zu erspähen.

Im übrigen steht heute Allem voran die Frage nach der Kompressibilität des Mendelejewschen Substrats: Kann es den Baum Maxwell-Hertzscher Erkenntnis tragen? Wie erscheint[1]) es inkompressibel oder paninkompressibel, wie könnte es z. B. den periodischen Druck vermitteln, dem Korns Sonnensystem[2]) ausgesetzt ist?

---

trotzdem seinen Namen weiter tragen, wenn nur diejenigen, welche seine Unteilbarkeit vielleicht objektiv deuteten, sie nunmehr subjektiv verstehen wollen: das Atom ist unteilbar, nicht, absolut, sondern nur unseren Hilfsmitteln gegenüber.

1) Über grosse Wirbel unmittelbar in der Natur gebildet vgl. Macks Beobachtungen am Vesuv, „Met. Zs." **18**, 1901.

2) Proc. Roy. Soc. **67**, 329, 1901.

3) Nach Wiestnik i Bibliotheka Samoobrasowanja 1903, in „Naturw. R." **19**, 273 u. 289, 1904.

1) Einen ersten Schritt auf dem Wege zur Quasimkompressibilität bedeuten gewisse gyrostatische Gebilde, Lord Kelvins Wirbel, u. dgl.

2) In einem Entstehungsfalle des periodischen Drucks könnte man zum Versuch gewisser Beobachtungen Anlass finden, weshalb ich denselben hier andeuten möchte, obzwar im allgemeinen der Gegenstand wohl keiner eigentlichen Diskussion zugänglich ist: Unser Ätherkomplex ist zu Anfang seines nunmehrigen Existenzabschnitts durch eine Katastrophe elektromagnetischer oder mechanischer (Kollision) Natur in Vibration versetzt worden; sein innerer Schwingungszustand verändert für Zeiträume unserer Erfahrung dann nicht merklich, wenn nur die Vibration hinlänglich langsam abklingt. War am Gesamtätherkomplex die Katastrophe bestimmt lokalisiert (Kollisionspunkt, Explosionspunkt), so müsste derselbe gewisse ausgezeichnete Achsen (bezw. Niveauflächen) aufweisen, die sich durch charakteristische Verteilungsgesetzmässigkeiten im

Radioaktivität führt auf die Spuren der bisher elementarsten Teile unserer Welt; darum wird sie nicht aus Erfahrungen, die an anderen, unendlich komplizierteren Stellen gesammelt wurden, sich „erklären" lassen; besten Falles zu veranschaulichenden Modellen gelangen wir hier und auch dieses nur, wohl verstanden, ohne jemals vollkommen zu wissen, inwiefern das Modell ein Abbild der Wirklichkeit thatsächlich heissen darf. Umgekehrt aber, bis die Radioaktivität an sich hinreichend experimentell erforscht sein wird, kann sie ihrerseits herangezogen werden zu sinnvollen Erklärungsversuchen betreffend Erscheinungen weniger elementarer Natur, die, obzwar uns längst geläufig, doch dem innersten Wesen nach noch stets verborgen blieben.[1])

Wie die Emanationen, das Helium, das Argon u. s. w. gehört der Stickstoff zu den sich sehr schwer bindenden Substanzen: manche Stickstoffverbindungen zersetzen sich sehr leicht, ja neigen stets zum explosiven Zerfall. Unter diesen Gebilden höherer Ordnung, den Atomkomplexen der Molekularwelt, verlangt eins, das Cyan, unsere besondere Aufmerksamkeit wegen seiner Rolle im Wandlungsbereiche der Eiweisse. Der Unterschied zwischen dem lebendigen und dem toten Eiweiss liegt vorwiegend bei den stickstoffhaltigen Atomgruppen, denn die beiderseitigen stickstofffreien Zersetzungsprodukte — die vom toten Eiweiss durch künstliche Oxydation gewonnen — erweisen sich nicht wesentlich verschieden. Die stickstoffhaltigen Zerfallsprodukte des lebendigen Eiweisses haben nun gemeinsam, sei es sogleich — Harnsäure etc. —, sei es isomer — Harnstoff —, das Cyan unter ihren Konstituenten, daher eben in diesem bei hoher Wärmeintensität entstandenen und entsprechend seiner bedeutenden inneren Energie äusserst labilen Gebilde Pflüger[2]) den mit grösster Wahrscheinlichkeit integrierenden Bestandteil aller lebendigen Substanz zu erkennen vermochte. Die Ähnlichkeit im Verhalten zwischen den Cyanverbindungen und dem lebendigen Eiweiss erstreckt sich so ins einzelne, dass beispielsweise Pflüger in der Cyansäure ein geradezu halb lebendiges Molekül anzunehmen geneigt war.

So wird die lebendige Substanz als solche leicht zersetzlich, giebt immerfort Anlass zur Kohlensäurebildung, wofern nur Sauerstoff zugegen. Es resultiert eine zunehmende Labilität, bis der geringste Impuls die Zersetzung herbeiführt, ähnlich wie bei den Explosivkörpern, jedoch mit der Eigentümlichkeit — wie Verworn[1]), den Vergleich anstellend, hinzufügt —, dass nicht das ganze Molekül beim Zerfall zu Grunde geht, sondern dass nur gewisse, durch die Umlagerung sich bildende Atomgruppen abgesprengt werden.

Damit stehen wir auch hier den sozusagen diskreten Explosionen gegenüber, der gleichen Erscheinung, die in jener mehr elementaren Sphäre des Atoms als Radioaktivität uns begegnete, welche dort Soddy[2]) ebenfalls mit der Zersetzung von Explosivkörpern vergleicht ebenfalls unter Hinzufügung der Bemerkung, dass diese Explosion nur einen bestimmten und kleinen Teil des Ganzen betrifft, ohne auf die Zerfallgeschwindigkeit des Restes beschleunigend einzuwirken.

Beide Male also, wo es die lebendige Substanz betrifft, wie im Falle der Radioaktivität, geht ein unhaltbar labil gewordener Gleichgewichtszustand urplötzlich verloren und zwar charakteristischer Weise derart, dass dieser an sich wie eine Explosion verlaufende Vorgang an umringenden Massenelementen successive zwar gleichfalls in die Erscheinung tritt, aber schrittweise, relativ langsam, und nicht an allen. Mithin können nicht alle Elemente des betreffenden Aggregats zu jeder Zeit ganz gleich beschaffen sein, noch auch handelt es sich schwerlich um eine Auslösung von nur inneren Spannkräften allein, wie bei den eigentlich explosiblen Körpern.

In Bestätigung dieser Schlüsse wissen wir vom lebendigen Eiweiss, dass thatsächlich nicht alle seine Moleküle stets überall identisch sind, sowie dass es Sauerstoff ist, der die Labilität bis zum plötzlichen Zerfall steigert, Sauerstoff, der, obwohl aus der Umgebung aufgenommen („eingeatmet") doch stets schon in genügender Menge eingelagert erscheint, um den Prozess auch in sauerstofffreier Atmosphäre längere Zeit fortspielen zu lassen.[3])

Wie das lebendige Eiweiss, sind die radioaktiven Substanzen selbstzersetzliche Aggregate, nur anderer Ordnung, ferner Wärme abgebend und in ihren verschiedenen Typen durch eine im Mittel bestimmte Existenzdauer charakterisiert. Die Mitwirkung eines äusseren Elements wurde hier vielfach vermutet; dass es bisher nicht gelang, eine solche nachzuweisen, indem man, dem gemutmassten Faktor den Weg verlegend, die Mitwirkung ausschaltete, um den dann resultierenden Effekt zu beobachten, mag unter Hinweis eben auf eine Möglichkeit, wie man beim

Weltraume offenbarten. Solchen Gesetzmässigkeiten liesse sich nachspüren.

1) So die Mechanik der chemischen Affinität, der Valenzen, der Katalyse u. s. w., worin das Studium der ponderomotorischen Wechselwirkungen radioaktiver Massenelemente neue, vergleichende Einblicke gewähren dürfte.

2) Pflügers Archiv 10, 1875.

1) Allgemeine Physiologie. Jena, 1897.

2) Wilde-Vorlesung, Manchester 23. Febr. 1904. (Übersetzt von G. Siebert. Leipzig 1904.)

3) Pflüger (l. c.) beobachtete die Kohlensäureausscheidung des Frosches während länger als einen Tag in reiner Stickstoffumgebung.

Zerfall der lebendigen Substanz sie kennen lernte, als noch nicht endgültige Erledigung dieser Frage betrachtet werden: es könnte ja sein, dass auch hier der unmittelbare Zerfall vor sich geht unter Mitwirkung eines schon eingelagerten Elements, welches zwar von aussen her stammt, das aber doch vermöge gerade der reichlichen Einlagerung den Prozess noch sehr lange Zeit ungeschwächt fortspielen lässt, nachdem schon seine Ergänzung aufgehört hat. Zu weiterer Anschaulichkeit würde dieser Gedanke sich entwickeln auf Grundlage von Mendelejews Begriff des Äthers.

Auf demselben Wege steuern wir schliesslich der Frage zu, ob nicht die Radioaktivität gewisser Atome und das Leben bedeutende Verhalten der Eiweissmoleküle im Grunde wesensgleiche Vorgänge sind, sei es dem Umfang nach sehr verschiedener Ordnung, so dass, wo ihre Vorbedingungen sich verwirklicht finden, wie die Radioaktivität auch das sogenannte Leben als nur blinde Naturnotwendigkeit ohne weiteres in die Erscheinung tritt.

Degerloch (Wttbg.), 27. Juli 1904.

(Eingegangen 27. Juli 1904.)

## Ein rasch wirkender Wasserkollektor.

Von D. Smirnow.

Zur Messung der Stärke des elektrischen Feldes bei Ballonfahrten sind in einigen Fällen weder radioaktive Substanzen, noch die von Prof. Ebert neulich eingeführten, frisch amalgamierten Zinkplatten verwendbar. Erstere würden die gleichzeitige Bestimmung des Zustandes der Ionisierung der umgebenden Luft nicht gestatten, die zweiten versagen in der Nacht. Wasserkollektoren wirken, wie bekannt, sogar bei reichlichem Ausfluss nur langsam, während in der Höhe aus manchen Gründen gerade eine energische Wirkung der Kollektoren erwünscht ist.

Im vorigen Jahre habe ich zu dem Zweck einen gewöhnlichen, käuflichen, gläsernen Pulverisator mit Kautschukbirne verwandt, der einen Strahl sehr feinen Wasserstaubes erzeugt und gewissermassen eine Modifikation des Wasserkollektors darstellt. Vorläufige Versuche zeigten, dass im Zimmer das Elektroskop durch den Pulverisator sehr rasch bis zum völligen Zusammenfallen der Blättchen entladen würde. Um festzustellen, welchen Betrag die Eigenladung des Wasserstrahls beim Zerstäuben durch einen Luftstrahl erreichen kann, wurde der Versuch mit einem Elektrometer von Mascart wiederholt. Letzteres war so justiert, dass einem Volt eine Ablenkung des Flügels um 2,7 Skalenteile entsprach. Zum Flügel führte ein Draht aus der Pulverisatorflasche. Die Isolation des ganzen, geladenen Systems und der Kautschukbirne, die durch ein Glasrohr isoliert war, wurde besonders geprüft.

Es erwies sich, dass die dem System mitgeteilte Ladung rasch fast bis zur Null zerstreut wurde, wenn der Pulverisator in Aktion gesetzt wurde. Schliesslich schwankte das Elektrometer jedoch innerhalb sehr enger Grenzen, wobei es öfter eine schwache positive Ladung der Flasche anzeigte. Wir geben hier aus der letzten Beobachtungsreihe die maximalen Ablenkungen des Elektrometers während der erwähnten Schwankungen:

7,0 mm, 3,5 mm, 3,0 mm

im Mittel also 4,5 mm, oder weniger als 2 Volt. Eine so geringe Eigenladung des Kollektors kann bei der Messung des Potentials der Luft füglich vernachlässigt werden. Ein Zusatz von Alkohol zum Wasser, welcher erforderlich ist, um den Pulverisator bei niedrigen Temperaturen verwenden zu können, brachte hierin keine wesentliche Änderung hervor.

Was die Schnelligkeit anbelangt, mit welcher dieser Kollektor wirkt, so haben die weiter unten angeführten Versuche gezeigt, dass der angewandte (dieses Mal metallische) Pulverisator wenigstens im Zimmer 3—4 mal rascher wirkte, als die Flamme einer Stearinkerze, und fast ebenso schnell, wie 5 mg Radiumbromid, das in einer Glasröhre eingeschlossen war und der Spitze des Pulverisators möglichst nahe gebracht wurde.

Zu den Versuchen wurde eine Leydner Flasche benutzt, deren Kapazität 2500 abs. elektrostatische Einteilen betrug. Diese Flasche wurde mit einem Exnerschen Elektroskop und mit dem Pulverisator verbunden; letzterer war in eine isolierte Flasche mit Wasser eingesetzt; die Birne war durch eine Ebonitröhre isoliert. An die Endspitze des Pulverisators wurde die Flamme einer Kerze gebracht, welche bei einigen Versuchen isoliert, bei anderen am Pulverisator selbst befestigt war. Das ganze System wurde bis ca. 150—200 Volt positiv geladen und die Entladung durch die verschiedenen Kollektoren dauerte je eine Minute. Die Abnahme der Spannung wurde mit einem kalibrierten Elektroskop gemessen; Kontrollversuche zeigten nur verschwindend kleine Verluste durch die Isolatoren.

Die Abnahme der Spannung war bei Verwendung verschiedener Kollektoren folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Wasserpulverisator | $39 \pm 5$ | Volt in der Minute |
| Kerzenflamme . . | $11 \pm 1$ | „ „ „ „ |
| Radium . . . . | $40 \pm 12$ | „ „ „ „ |

Die Kerze ergab eine grosse Konstanz der Abnahme; die Wirkung des Pulverisators war veränderlich, und befand sich scheinbar

in Abhängigkeit von der Stärke des Luftstrahls; die Wirkung des Radiums hing merklich von der Entfernung desselben vom Ende des Kollektors ab. Behufs besserer Vergleichbarkeit der Resultate der drei Kollektoren wurde die Endspitze des Pulverisators vor veränderlichen äusseren Einflüssen auf die Potentialverteilung dadurch einigermassen geschützt, dass vor dem Pulverisator ein nasses Blatt Papier aufgehängt wurde. das mit der Erde verbunden war.

Nach angenäherter Berechnung betrug der elektrische Strom, der durch die Zerstäubung des Wassers bedingt wurde, $2 \times 10^{-9}$ Amp.

Bei einer anderen Versuchsreihe wurde die Leydner Flasche abwechselnd positiv und negativ geladen, die Wirkung des Pulverisators aber in der Weise reguliert, dass die Birne desselben gleichförmig je 60 mal in der Minute zusammengedrückt wurde. Ein Unterschied in der Wirkung des Pulverisators bei der einen oder der anderen Ladung war aus diesen Versuchen nicht zu konstatieren, und es wurden annähernd dieselben Zahlen erhalten, wie bei den ersten Versuchen, nämlich:

Verlust bei posit. Ladung: 36 Volt in der Min.
„ „ negat. „ 37 „ „ „ „

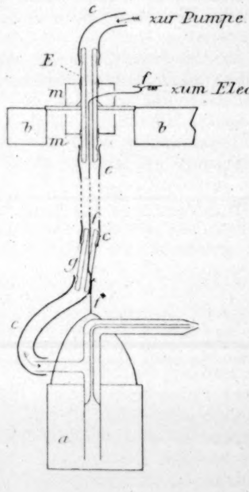
Die Kerze ergab wiederum für beide Ladungen im Mittel 11 Volts in der Minute. Infolge grosser Trockenheit im Zimmer war es dieses Mal schwieriger, schädliche elektrische Einflüsse zu beseitigen, weswegen die Schwankungen in den Resultaten bedeutend grösser waren.

Die grosse Überlegenheit des Pulverisators gegenüber der Kerze weist auf die Vorteile der Verwendung dieses Apparates zur Messung von Potentialunterschieden hin, um so mehr als die Kerze von jeher als ein ausgezeichneter Kollektor im Vergleich zum Wasserstrahl galt. Da eine Eigenladung des Pulverisators nicht eintritt, so fällt auch jeder Zweifel fort, dass er vollständig das Potential der umgebenden Luft annimmt.

In Ergänzung zu den oben angeführten Ergebnissen dieser vorläufigen Untersuchung kann noch auf die Experimente von D. Thomson und die neueren Versuche von Himstedt[1]) über die Zunahme der Ionisierung von Luft, die durch Wasser getrieben worden ist, hingewiesen werden. Diese Versuche erklären vielleicht zum Teil die rasche Wirkung und besonders die geringe Eigenladung des Pulverisators. Jedenfalls ist hierbei nicht zu befürchten, dass der normale elektrische Zustand der Luft, der von den Apparaten von Elster und Geitel oder von Ebert registriert werden soll, durch Ionen, die sich beim Zerstäuben des Wassers bilden, gestört wird, wie es beim Gebrauch von radioaktiven Kollektoren der Fall ist.

Für die elektrischen Beobachtungen im Luftballon, welche auf die Initiative und auf Kosten der Militär-Ingenieur-Verwaltung organisiert werden sollten, habe ich folgende Einrichtung getroffen, die an der Hand beifolgender Zeichnung leicht verständlich ist.

Die Luft für die beiden Pulverisatoren (von denen nur der eine abgebildet ist) wird nach unten den Gefässen *a* vermittels der Gummiröhren *c* von 8 und 10 Meter Länge zugeführt. Innerhalb der Gummiröhre *c* befindet sich ein




Kupferdraht *f*, der erstens dazu dient, die Flasche mit Wasser und Pulverisator zu tragen und zweitens — um den letztern mit dem Elektroskop metallisch zu verbinden, das über dem Korbrande des Ballons angebracht ist. Die Ebonitröhre *E*, welche auf der am Korbrande befestigten Holzlatte *b* ruht, dient zur Isolation des Drahtes *f*; ausserdem wird auf diese Röhre das Ende der Gummiröhre *c* aufgezogen, welche von einer Handpumpe kommt. Mit dieser Pumpe (eine gewöhnliche Velozipedpumpe) wird die trockene Luft, nachdem sie eine dreifache Röhre mit Chlorcalcium passiert hat, zum Pulverisator getrieben. Die Trockenheit im Innern der langen Gummiröhren ist, trotz des dadurch bedingten geringen Druckverlustes, insofern wichtig, weil dadurch eine Zunahme der elektrischen Kapazität des Systems vermieden wird. Ausserdem werden dadurch auch die Kautschukröhren der Isolatoren *E* getrock-

1) Himstedt: „Über die Ionisierung der Luft durch Wasser." Ann. d. Phys. **12**, 1903.

net; man kann in der Wand derselben sehr feine Öffnungen für den Draht machen und die Röhre $E$ äusserlich noch mit einem Messingdeckel $m$ umgeben, der die Isolation gegen äussere Feuchtigkeit und sogar gegen Regen schützt. Um den Abstand der beiden Kollektoren ändern zu können, benutzt man Ergänzungsstücke von Röhren und Draht, die an die Röhre $g$, resp. an das untere Ende des Drahtes $f$ angefügt werden.

Die beschriebenen Kollektoren (nur mit etwas anderer Schutzvorrichtung für die Isolation) sind soeben bei zwei Ballonfahrten benutzt worden, die vom St. Petersburger militärischen Luftschifferpark ausgerüstet waren, zur gleichzeitigen Messung der Stärke des elektrischen Feldes und des Ionengehaltes.

St. Petersburg.

(Eingegangen 13. Juli 1904.)

## Über die stationären Wellen in einem Gasstrahl.

Von L. Prandtl.

Durch viele Beobachtungen, unter denen als die sorgfältigsten und ausführlichsten wohl die der Brüder Emden [1]) zu nennen sind, ist erwiesen, dass in den Gasstrahlen, die aus Öffnungen ausfliessen, stationäre Wellen auftreten, sobald der Überdruck grösser ist, als der, welcher genügt, um dem Gase Schallgeschwindigkeit zu erteilen. Verschiedentlich wurden (nach dem Vorgang von R. Emden) diese Wellen als ebene Schallwellen erklärt, und daraus geschlossen, dass der Strahl mit Schallgeschwindigkeit fliesse und überhaupt eine höhere mittlere Geschwindigkeit nie annehmen könne. Im folgenden sollen nun diese Wellen unter der vereinfachenden Voraussetzung, dass sie sehr flach sind, nach hydrodynamischen Methoden untersucht werden.

Nimmt man die Strömung als völlig verlustfrei und ohne Wärmeaustausch vor sich gehend an, so ist die Dichtigkeit eine Funktion des Druckes allein; ferner ist im stationären Zustand auf jeder Stromlinie

$$(1) \quad \ldots \quad \int \frac{dp}{\varrho} + \frac{w^2}{2} = \text{const.}$$

($p$ Druck, $\varrho$ Dichtigkeit, $w$ Geschwindigkeit). Kommen alle Stromlinien aus einem Raum, in dem der Druck $p_0$ herrscht und die Geschwindigkeit nicht merklich von Null verschieden ist, so ist die Konstante überall dieselbe, es gilt also für jede Differentiationsrichtung

$$(1\text{a}) \quad \ldots \quad \frac{dp}{\varrho} + w\,dw = 0.$$

Die Strömung ist dann auch wirbelfrei. [1]) Man kann also die Geschwindigkeitskomponenten von einem Strömungspotential $\varphi$ ableiten.

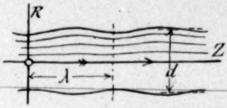



Fig. 1.

Nimmt man Cylinderkoordinaten, so kann man für einen kreisförmig begrenzten Strahl mit abwechselnden Verdichtungen und Verdünnungen, solange diese nur gering sind, setzen:

$$(2) \quad \ldots \quad \varphi = w_m z + a \sin \beta z \cdot f(r).$$

Die Geschwindigkeitskomponenten werden

$$(2\text{a}) \quad \ldots \quad w_z = w_m + a\beta \cos \beta z\, f(r);$$
$$w_r = a \sin \beta z\, f'(r).$$

Da die Bewegung stationär sein soll, muss in jedem Volumenelement ebensoviel Masse ausströmen, als einströmt, es muss also

$$(3) \quad \ldots \quad div\,(\varrho \boldsymbol{w}) = 0$$

sein. Nun ist

$$div\,(\varrho \boldsymbol{w}) = \nabla \cdot (\varrho \boldsymbol{w}) = \varrho \nabla \cdot \boldsymbol{w} + \boldsymbol{w} \cdot \nabla \varrho \;{}^{2)},$$

oder genügend genau $= \varrho_m \nabla \cdot \boldsymbol{w} + \boldsymbol{w}_m \cdot \nabla \varrho$, wobei $\varrho_m$ und $w_m$ die Mittelwerte von $\varrho$ und $w$ sind. (Die Vernachlässigung ist dadurch zu rechtfertigen, dass alle Schwankungen nur auf die erste Ordnung genau gerechnet werden sollen.) Wegen der Zustandsgleichung und wegen Gleichung (1) können $\varrho$ und $p$ als Funktionen von $w$ angesehen werden; es ist nun

$$\boldsymbol{w}_m \cdot \nabla \varrho = w_m \frac{\partial \varrho}{\partial z} = w_m \frac{d\varrho}{dw} \cdot \frac{\partial w}{\partial z}$$
$$= w_m \frac{d\varrho}{dp} \cdot \frac{dp}{dw} \cdot \frac{\partial w}{\partial z}.$$

Hierin lässt sich nach einer bekannten Beziehung

$$\frac{d\varrho}{dp} = \frac{1}{c^2}$$

setzen, wobei $c$ die dem Zustand entsprechende Schallgeschwindigkeit ist, ferner ist aus Gl. (1a)

$$\frac{dp}{dw} = -\frac{w}{\varrho};$$

setzt man nun wieder $w = w_m$, $\varrho = \varrho_m$, ausserdem

$$\frac{\partial w}{\partial z} = \frac{\partial w_z}{\partial z},$$

1) R. Emden, Über die Ausströmungserscheinungen permanenter Gase. Habilitationsschrift. Leipzig 1899; auszüglich in Wied. Ann. **69**, 264 u. 426 (1899); P. Emden: Die Ausströmungserscheinungen des Wasserdampfes. Dissertation. München 1903. Weitere Litteraturangaben finden sich daselbst.

1) Die Wirbelbildung ist dem Vektorprodukt

$$\nabla p \times \nabla \frac{1}{\varrho}$$

proportional, also hier, weil $\varrho$ eine Funktion von $p$ allein ist, gleich Null.

2) Vektorbezeichnungen nach Gibbs' Vektoranalysis.

was eine Vernachlässigung von gleicher Ordnung bedeutet, so erhält man

$$div(\varrho \boldsymbol{w}) = 0 = \varrho_m \left( div\, \boldsymbol{w} - \frac{w_m^2}{c^2} \frac{\partial w_z}{\partial z} \right).$$

Mit

$$div\, \boldsymbol{w} = \frac{\partial w_r}{\partial r} + \frac{w_r}{r} + \frac{\partial w_z}{\partial z}$$

ergiebt sich

$$0 = \frac{\partial w_r}{\partial r} + \frac{w_r}{r} + \left(1 - \frac{w_m^2}{c^2}\right) \frac{\partial w_z}{\partial z}.$$

Mit den Werten von $w_r$ und $w_z$ aus 2a giebt dies

$$(4) \quad 0 = a \sin \beta z \left\{ f''(r) + \frac{f'(r)}{r} + \left( \frac{w_m^2}{c^2} - 1 \right) \beta^2 f(r) \right\}.$$

Hierdurch hat man für die noch unbekannte Funktion $f(r)$ eine Differentialgleichung gewonnen. Ihre Lösung wird durch Besselsche Funktionen gebildet, es ist

$$(5) \quad f(r) = C_1 \mathfrak{J}^0(\alpha r) + C_2 Y^0(\alpha r),$$

wobei

$$(5\text{a}) \quad \alpha = \beta \sqrt{\frac{w_m^2}{c^2} - 1}$$

ist. $Y^0$ kommt hier weiter nicht in Betracht, da es für $r = 0$ unendliche Werte liefert. Die Grenzbedingung für $\mathfrak{J}^0$ ergiebt sich nun aus dem Umstand, dass am Rande des Strahles, der an ruhende Flüssigkeit grenzt, der Druck und infolge Gl. (1) auch die Geschwindigkeit konstant sein muss; bis auf die erste Ordnung genau ist dies erfüllt, wenn für $r = \frac{d}{2}$ ($d$ = mittlerer Strahldurchmesser) $w_z = w_m$, also $f(r) = 0$ ist. Es ist also jede Lösung brauchbar, für die

$$\mathfrak{J}^0\left(\alpha \frac{d}{2}\right) = 0$$

ist. Bezeichnet man die Wurzeln von $\mathfrak{J}^0(x)$ mit $x_1\ x_2 \ldots x_n \ldots$, so ist

$$\alpha = \frac{2 x_n}{d}.$$

Der Vergleich mit (5a) liefert, wenn man noch die Wellenlänge

$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta}$$

einführt:

$$(6) \quad \lambda_n = d \cdot \frac{\pi}{x_n} \sqrt{\frac{w_m^2}{c^2} - 1};$$

am meisten kommt die grösste Wellenlänge in Betracht; diese wird für $x_1 = 2{,}405 \ldots$ erhalten, es wird

$$(6\text{a}) \quad \lambda_1 = 1{,}307\, d \sqrt{\frac{w_m^2}{c^2} - 1}.$$

Es sei noch erwähnt, dass man für einen Strahl, der aus einem länglichen Schlitz von der konstanten Breite $b$ ausströmt, die Rechnung ebenfalls durchführen kann; es wird ($x$ und $z$ als Koordinaten der hier ebenen Strömung)

$$\varphi = w_m z + \sin \beta z (a_1 \cos \alpha x + a_2 \sin \alpha x),$$

wobei wieder

$$\alpha = \beta \sqrt{\frac{w_m^2}{c^2} - 1}$$

wird. Die Grenzbedingung liefert hier

$$\lambda_n = b \cdot \frac{2}{n} \sqrt{\frac{w_m^2}{c^2} - 1}$$

und die grösste Wellenlänge

$$\lambda_1 = 2b \sqrt{\frac{w_m^2}{c^2} - 1}.$$

Als das wichtigste Ergebnis dieser Rechnung erscheint mir der aus der Formel für die Wellenlänge $\lambda$ unmittelbar zu entnehmende Aufschluss, dass die hier besprochenen Wellen nur bei Strahlgeschwindigkeiten möglich sind, die grösser sind, als die dem Zustande des Gases im Strahl entsprechende Schallgeschwindigkeit, und dass jedem Verhältnis $\frac{w_m}{c}$ eine bestimmte grösste Wellenlänge entspricht.

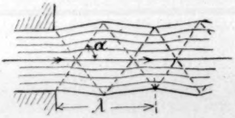



Fig. 2.

Für den flachen Strahl lässt sich, wie bemerkt sein möge, auch bequem eine Beziehung unseres Problems zu dem Machschen Phänomen herstellen. Der Strahl wird, wenn hinter der Kante der Düse ein etwas anderer Druck herrscht, als in der Mündung, von stationären Wellen durchzogen, die von den Kanten beginnend, unter einem Winkel $\alpha$ dahinziehen, für den nach Mach gilt:

$$\sin \alpha = \frac{c}{w}.$$

Da eine Verdünnung an der freien Oberfläche als Verdichtung reflektiert wird, wiederholt sich das Spiel erst nach zwei Wellenlängen, es ist dann

$$\lambda = 2b \operatorname{ctg} \alpha = 2b \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \alpha} - 1}$$
$$= 2b \sqrt{\frac{w^2}{c^2} - 1},$$

genau wie oben. Beim kreisförmig begrenzten Strahle ist diese einfache Betrachtung deshalb nicht anwendbar, weil die sich durchkreuzenden kegelförmigen Wellen eine weniger einfache Gestalt besitzen.

Dies lässt sich übrigens auch daraus entnehmen, dass hier die Längen der einzelnen Wellen, durch deren Superposition jede mögliche Bewegung dargestellt werden kann, nicht wie beim flachen Schlitz, kommensurabel sind.

Über den Verlauf der Bewegung bei endlichen Druckunterschieden lassen sich auf Grund der Riemannschen Theorie der endlichen Verdichtungs- und Verdünnungswellen einige qualitative Aussagen machen.

Das erste Wellenkreuz in Abbildung 2 (ebene Bewegung) besteht aus Verdünnungswellen; diese werden sich in dem Masse, als sie sich von ihren Erzeugungsstellen, den Kanten der Düse, entfernen, verflachen; nach der Reflexion werden sie zu Verdichtungswellen, die nach Riemann die Eigenschaft haben, im weiteren Verlauf immer steiler zu werden. Auf Grund dieser Überlegung ist Abbildung 3 entstanden; in den

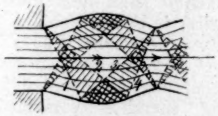


Fig. 3.

nichtschraffierten Feldern ist die Strömung ungefähr gleichförmig und geradlinig, in den schraffierten, den verbreiterten Wellen ungleichförmig und krummlinig. Von Interesse ist auch der Fall, dass in der Düsenmündung gerade Schallgeschwindigkeit herrscht (dies tritt bekanntlich immer bei verengten Düsen ein); hier werden die äusseren Unstetigkeitslinien (1 und 4) der Figur 3 senkrecht zur Strahlrichtung (da $\sin\alpha$

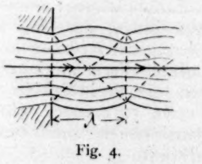


Fig. 4.

$= 1$ wird); wie man leicht sieht, bleiben dann von der Figur nur die doppelt schraffierten Teile übrig. Diese ergeben dann ungefähr das vorstehende Bild (Fig. 4). An den gestrichelten Linien ist das Druckgefälle und die Krümmung der Stromlinien unstetig.

Es soll nun noch untersucht werden, wie die vorstehende Theorie, die ein experimentelles Mittel abgiebt, um durch Messung der Wellenlänge die Strahlgeschwindigkeit zu bestimmen, zu den bisherigen Versuchen kommt.

R. Emden findet für permanente Gase bei konisch verengten Düsen unter den verschiedensten Verhältnissen die Wellenlänge

$$\lambda = 0{,}89\, d \sqrt{\frac{p - 1{,}9 p_1}{p_1}}$$

($p$ Druck vor der Düse, $p_1$ hinter der Düse, $\lambda$ Druck im freien Strahle, $d$ engster Düsendurchmesser). Ich habe mit $\frac{c_p}{c_v} = 1{,}41$ für meine Beziehung

$$\lambda = 1{,}307\, d_w \sqrt{\frac{w}{c_2} - 1}$$

die Umrechnung auf obige Formelgestalt vorgenommen und statt 0,89 einen Koeffizienten $K$ erhalten, dessen Werte bei den verschiedenen Druckverhältnissen $\frac{p}{p_1}$ aus der folgenden Tabelle ersichtlich sind.

| $\frac{p}{p_1}$ | 2 | 3 | 4 | 6 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{w}{c}$ | 1,045 | 1,355 | 1,555 | 1,825 | 2,15 | 2,61 | 3,21 | 3,69 | 4,22 |
| $\frac{d_w}{d_c}$ | 1,003 | 1,05 | 1,11 | 1,215 | 1,39 | 1,70 | 2,26 | 2,83 | 3,51 |
| $K$ | 1,24 | 1,195 | 1,19 | 1,195 | 1,22 | 1,26 | 1,295 | 1,32 | 1,36 |

Für Drücke von 2 bis 12 kg/cm² und Ausströmen in die Atmosphäre würde also genügend genau

$$\lambda = 1{,}2 \sqrt{\frac{p - 1{,}9 p_1}{p_1}}$$

geschrieben werden können. Die Abweichung des Koeffizienten 1,2 von dem Emdenschen 0,89 ist zur Genüge dadurch erklärt, dass die Emdenschen Wellen, weil mit verengten Düsen erzeugt, als untere Geschwindigkeitsgrenze die Schallgeschwindigkeit haben und daher nicht als Wellen mit kleiner Amplitude angesehen werden dürfen. Der prinzipielle Unterschied ist derselbe, wie der zwischen Abbildung 3 und 4. Eine ungefähre Abschätzung, die auf die Winkel der Unstetigkeitslinien gegründet ist, ergiebt einen Koeffizienten, der dem Emdenschen sehr nahe kommt.

(Eingegangen 8. September 1904.)

---

## Eine Methode zur Bestimmung der Reibung in Röhren bei sehr geringer Geschwindigkeit.

Von Carl Forch.

Wenn man den Reibungskoeffizient von Flüssigkeiten in mehr oder weniger engen Röhren bestimmt, pflegen die vorkommenden Geschwindigkeiten meistens recht beträchtliche Werte an-

zunehmen, da man die Druckhöhen bezw. die Gefälle ziemlich gross nehmen muss, um sie hinreichend genau messen zu können. Es sei im folgenden eine einfache Versuchsanordnung beschrieben, welche gestattet, die Druckhöhe durch Wägung zu ermitteln und es so ermöglicht mit sehr geringen Druckhöhen und dementsprechend bei verhältnismässig sehr kleinen Geschwindigkeiten der bewegten Flüssigkeitssäule doch noch brauchbare Werte des Reibungskoeffizienten zu erhalten.

Zwei flache cylindrische möglichst gleiche Glasschalen sind derart an einer passenden Wage rechts und links aufgehängt, dass sie bei arretierter Wage auf einer festen Unterlage (je drei Punkten) unverändert stehen, beim Loslassen der Arretierung aber von den Gehängen der Wage gefasst werden und gegeneinander ausbalanziert werden können. Eine über jeder Glasschale angebrachte Hilfswagschale gestattet die zum Ausgleichen nötigen Gewichte leicht aufzusetzen. Die beiden Glasschalen werden nun so mit Wasser gefüllt, dass dieses bei arretierter Wage, — wenn also die Glasschalen auf ihrer festen Unterlage stehen — in beiden möglichst gleich hoch steht. Alsdann verbindet man durch eine passend gebogene und mit Wasser gefüllte Glasröhre so die Schalen, dass eine etwa noch bestehende Differenz in der Höhe der beiden Wasserspiegel durch die Röhre, die als Heber wirkt, sich ausgleicht. Diese Verbindung muss so lange bestehen bleiben, bis sicher jede Druckdifferenz zwischen den beiden Gefässen verschwunden ist. Alsdann entfernt man den Heber und bestimmt die Gewichtsdifferenz beider Glasschalen. Giesst man hierauf in die eine Glasschale Wasser zu und wägt wieder, so kann man, wenn man noch die Oberfläche des betreffenden Wasserspiegels kennt, die Höhendifferenz berechnen. Nachdem die Wage arretiert, also beide Glasschalen wieder in ihre frühere Lage gebracht sind, wird durch den mit Wasser gefüllten Heber eine gemessene Zeit hindurch die Verbindung zwischen beiden Gefässen hergestellt. Eine dritte Wägung am Schluss ergiebt dann die übergegangene Flüssigkeitsmenge.

Die beiden benutzten Glasschalen hatten Durchmesser von etwa 16 cm. Sie hatten vor dem Versuch 24 Stunden hindurch mittels des Hebers in Verbindung gestanden. Dieser war 157,5 cm lang und hatte einen Durchmesser von 0,1892 cm. Es wurden alsdann z. B. auf die rechte Schale 20,39 gr. Wasser aufgegossen; in 740 sec flossen dann 1,27 g über; es hatte dabei während des Versuches im Mittel ein Gefälle von $0{,}000635_5$ bestanden. Bei 4 unter gleichen Verhältnissen und bei fast gleichem Gefälle angestellten Versuchen betrug die auf die Zeiteinheit und gleiches Gefälle reduzierte Wassermenge in willkürlichen Einheiten: $179_0$, $179_6$, $182_5$ und $183_3$. Bei drei weiteren Versuchsreihen war die Übereinstimmung zweimal besser, einmal gleich.

Es bedeutet im folgenden:

$\eta$ den Reibungskoeffizient in g Gew. sec-/cm² für 18°,

$\Gamma$ das Gefälle $= \dfrac{\text{Höhendifferenz beider Wasserspiegel}}{\text{Länge der Röhre}}$,

$v$ die mittlere Geschwindigkeit des bewegten Wassers in der Röhre unter der Annahme, dass der Flüssigkeitsfaden sich als ganzes mit gleicher Geschwindigkeit fortbewege; in cm/sec

| $\Gamma$ | $\eta$ | $v$ cm/sec |
|---|---|---|
| 0,001558 | 0,0000122 | 0,157 |
| $0{,}000800_1$ | 0,0000120 | 0,077 |
| $0{,}000635_5$ | 0,0000119 | 0,065 |
| $0{,}000294_3$ | 0,0000118 | 0,030 |

Abgesehen davon, dass die Anordnung nur gestattet bei Zimmertemperatur zu arbeiten, treten folgende Fehlerquellen auf. Durch das Eintauchen der Glasröhre erfolgt eine geringe Niveauänderung, welche man durch passende Anordnung beiderseits hinreichend gleich und konstant machen kann und muss. Die Verdampfung wirkt in beiden Schalen gleichmässig, nur wenn etwa diese beim Wägen in pendelnde Bewegung gekommen waren, so dass beiderseits die Randbenetzung verschieden ist, mag die Verdampfung merklich verschieden werden. Ein prinzipieller Fehler wird dadurch eingeführt, dass in der zweimal um 90° und einmal um 180° gebogenen Glasröhre durch die Änderung in der Bewegungsrichtung gleichsam eine Vergrösserung des Reibungskoeffizienten bewirkt wird. (Bei geringer Abänderung der Anordnung könnte man mit nur einer Biegung um etwa 150° auskommen, wenn der Heber stehend statt horizontal liegend angebracht wird.) Wenn auch die Biegungen nicht scharf sind, so wurden doch die Werte des Reibungskoeffizienten thatsächlich etwas zu gross gefunden wie die vorstehenden Zahlen zeigen; immerhin aber ergiebt sich aus ihnen, dass bei sehr geringen Geschwindigkeiten der Reibungskoeffizient nicht wesentlich andere Werte annimmt als bei sehr viel grösseren Geschwindigkeiten, z. B. bei solchen von etwa 50 cm/sec, wie sie bei den üblichen Dimensionen der sonst benutzten Apparate etwa vorkommen.

(Eingegangen 1. August 1904.)

## Über die Verwendbarkeit der Methode von Königsberger zur optischen Untersuchung passiver Metallspiegel.

Von A. L. Bernoulli.

Das Studium der anormalen elektromotorischen Zustände des Chroms durch Hittorf[1]) hat den, wie es schien, längst geschlichteten Streit zwischen Faraday und Schönbein über die Ursachen der Passivität der Metalle wieder entfacht. Dadurch wurde der Physiker vor die Aufgabe gestellt, die nicht direkt wahrnehmbaren physikalischen Veränderungen eines Metallspiegels, welche sich zunächst bloss elektromotorisch verraten, auch optisch festzustellen. Daran schliesst sich weiterhin die Aufgabe, aus der Art der allenfalls beobachteten optischen Anomalien auf die physikalische Beschaffenheit der untersuchten Spiegelflächen zurückzuschliessen.

Michéli[2]) wandte eine in der Hauptsache von Jamin herrührende und von Quincke und später von Drude verbesserte Methode an. Michéli benutzte monochromatisches unter 45° Azimut gegen die reflektierende Fläche linear polarisiertes Licht. Die speziellere Form der Methode, ob Phasendifferenz und Haupt-Azimut oder direkt Haupteinfallswinkel und Hauptazimut gemessen werden, ist ohne prinzipielle Bedeutung. Wichtig ist nur, dass zwei solche optische Grössen gemessen werden, deren Kenntnis zur Berechnung aller gesuchten Konstanten der Reflexion für eine bestimmte Wellenlänge und ein bestimmte Beschaffenheit des Spiegels ausreicht. Auf die Reflexion von polychromatischem oder nicht linear polarisiertem Licht gestattet die Methode keine Anwendung.

Durch minimale Änderungen der Beschaffenheit der spiegelnden Oberfläche erleiden die zwei zu messenden Grössen beträchtliche Änderungen. Die genannte Methode, die ursprünglich bloss zur Bestimmung der optischen Konstanten stark absorbierender Medien benutzt worden war, eignet sich, wie Drude gezeigt hat, in hervorragendem Masse zum Nachweis von solchen Änderungen der spiegelnden Oberfläche, die sich der Beobachtung bei unbewaffnetem Auge durchaus entziehen. Die Methode gestattet aber nicht bloss aus einer allfälligen Änderung der Konstanten zu schliessen, dass überhaupt eine anormale Beschaffenheit der Oberfläche vorliegt, sondern durch Kombination der beobachteten Änderungen der beiden gemessenen Konstanten gestattet sie uns sichere Rückschlüsse auf die Art der Änderung der Oberfläche.

Kratzen in der Spiegeloberfläche oder Korrosion verkleinern den Haupteinfallswinkel und noch mehr das Hauptazimut.[1]) Ein Anwachsen des Hauptazimutes bei konstantem oder wenigstens sehr nahe konstantem Haupteinfallswinkel deutet auf Steigerung der Absorption ohne nennenswerte Änderung der Elliptizität der reflektierten Komponente. Ein solcher Fall wurde z. B. von Drude an nicht ganz frischen Bruchflächen des Antimonglanzes beobachtet.[2]) Wächst dagegen das Hauptazimut beträchtlich, während der Haupteinfallswinkel stark abnimmt, so müssen wir mit Drude schliessen, dass eine Deckschicht aus undurchsichtigem Material vorliegt.

Im Gegensatz zu Michéli messen W. J. Müller und J. Königsberger[3]) die Änderung des totalen Reflexionsvermögens bei weissem linear polarisiertem Licht. Die Methode verzichtet also von vornherein auf die Bestimmung der optischen Konstanten für eine bestimmte Wellenlänge, kann also auch nicht die Änderungen von physikalisch-definierten optischen Konstanten messend verfolgen. Wie zu erwarten, haben die genannten Forscher trotz der an und für sich vorzüglich ausgearbeiteten Methode von Königsberger keine solchen Änderungen für den passiven Zustand gegenüber dem aktiven gefunden, die die Beobachtungsfehler überschritten hätten. Weiterhin spricht gegen die Brauchbarkeit der Methode von Königsberger, dass sie auf alle Fälle nur zur Konstatierung einer Schicht dienen kann. Ob die Änderung der Absorption des weissen Lichtes durch eine Deckschicht bewirkt wird, ob diese durchsichtig oder undurchsichtig ist, oder ob die beobachtete anormale Absorption überhaupt bloss von der Korrosion der Oberfläche und den dadurch auftretenden Beugungserscheinungen herrührt, auf alle diese Fragen bleibt uns die Methode von Königsberger im Gegensatz zu der von Drude jede Antwort schuldig.

Ein weiterer wichtiger Einwand ergiebt sich aus der Theorie der Reflexion. Voigt[4]) und noch spezieller Drude[5]) haben gezeigt, dass die Formeln, welche das Verhältnis der Intensität der reflektierten zur einfallenden Komponente des Lichtes angeben, doch richtig bleiben, wenn wir statt der absoluten Werte der beiden gemessenen optischen Konstanten beliebige, durch Oberflächenschichten modifizierte Werte-

1) Hittorf, Zeitschr. f. phys. Chem. **25**, 729; **30**, 481 und **34**, 385.

2) Michéli, Archiv des sciences physiques et naturelles. Genf **10**, 122, 1900.

1) Wied. Ann. **39**, 492, 1890.

2) Wied. Ann. **36**, 889, 1889.

3) Diese Zeitschr. **5**, 413, 1904.

4) Voigt, Wied. Ann. **31**, 329, 1887.

5) Drude, Wied. Ann. **36**, 885, 1889.

paare der zu bestimmenden Konstanten einsetzen. Es kann somit sehr wohl eine beträchtliche Schicht vorhanden sein, welche nach der Methode von **Königsberger** unmöglich gefunden werden kann, selbst wenn man statt des weissen Lichtes monochromatisches benutzt.

(Eingegangen 30. August 1904.)

# BERICHTE ÜBER WISSENSCHAFTLICHE VERSAMMLUNGEN.

## 74. Versammlung der British Association for the Advancement of Science.

Vom 17. bis 24. August 1904 tagte in Cambridge die britische Naturforscherversammlung. Eine aussergewöhnlich grosse Zahl von Teilnehmern aus England sowohl, als auch vom Ausland, besonders aus Deutschland, hatte sich hierzu eingefunden.

Eröffnet wurde die Tagung am Abend des 17. August durch einen Vortrag des diesjährigen Vorsitzenden, des englischen Ministerpräsidenten Arthur J. Balfour. Er hatte sich „Gedanken, veranlasst durch die neue Theorie der Materie" als Thema gewählt, und suchte sich in seinen Ausführungen „in der Nähe der Grenze zu halten, die Physik und Philosophie trennt". In formvollendeter Rede legte er dar, wie sich seit dem Ende des 18. Jahrhunderts unsere Ansichten über die Materie geändert haben, wie damals das allgemeine Streben nach einer mechanischen Welterklärung ging, wie die Bedeutung der Elektrizität und des Magnetismus in den physikalischen Theorien immer mehr hervortrat, und wie die heutige Entwicklung dazu dränge, alle Materie als elektrischer Natur zu betrachten. Herr Balfour, der das letzte Ziel der Forschung nicht in der blossen Auffindung des gesetzmässigen Zusammenhanges der verschiedenen Phänomene sieht, schloss seine philosophischen Betrachtungen über die erwähnten Wandlungen und Ergebnisse physikalischer Forschung mit dem Resultate, dass, je erfolgreicher wir in der Erklärung der physikalischen Erscheinungen sind, desto mehr Zweifel entstehen an der Wahrheit unserer Theorien.

Am 18. August begannen die Sektionssitzungen, die dann am 19., 22., 23. und 24. August fortgesetzt wurden. Die mathematisch-physikalische Sektion war in eine mathematische und eine physikalische Abteilung geteilt und von letzterer wiederholt die Unterabteilung für kosmische Physik und Astronomie abgetrennt. Der 20. August war zur Veranstaltung einer Reihe Exkursionen nach interessanten Orten Ost-Englands ausersehen, während an den anderen Tagen die verschiedenen Würdenträger in Cambridge sowie mehrere Colleges durch Veranstaltung von Garden- und Evening-Parties in gastfreundlichster Weise für die Unterhaltung der Teilnehmer sorgten.

Die Sitzungen der mathematisch-physikalischen Sektion wurden durch einen Vortrag des Sektionspräsidenten, Herrn Professor Horace Lamb (Manchester) eröffnet, der anknüpfend an die Bedeutung, die Stokes für die Entwicklung der mathematisch-physikalischen Wissenschaften zukommt, die Wichtigkeit enger Beziehungen der mathematischen Physik mit dem Experiment hervorhob, und auch für den reinen Mathematiker eine eingehendere Beschäftigung mit den Naturwissenschaften als wünschenswert bezeichnete.

In einem Vortrag über „Strahlung im Sonnensystem" gab Herr Prof. J. H. Poynting eine fesselnde Darstellung der durch Versuch und Theorie gewonnenen Resultate betreffs der Wärmestrahlung der Sonne und der übrigen Himmelskörper, ihrer Temperatur und ihres Strahlungsdruckes und der aus diesen Thatsachen sich ergebenden Folgerungen.

Eine Ausstellung physikalischer Apparate und mathematischer Modelle war im grossen Praktikumsraum des Cavendish-Laboratoriums veranstaltet.

Von den in den Sektionen gehaltenen Vorträgen seien die folgenden hervorgehoben.

W. Wien (Würzburg): Experimente zur Entscheidung der Frage, ob sich der Äther mit der Erde bewegt oder nicht.

Nachdem sich alle bisherigen Anordnungen zur Entscheidung dieser Frage als nicht stichhaltig erwiesen haben, macht Herr Wien darauf aufmerksam, dass man Aufschluss über dieselbe erhalten könnte durch direkte Vergleichung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in Richtung der Erdbewegung mit derjenigen in der entgegengesetzten Richtung, unter Anwendung der folgenden schematischen Anordnung; ob indessen mit den heutigen Mitteln die nötige Genauigkeit erreicht werden kann, will Herr Wien dahingestellt sein lassen.

Die von zwei Lichtquellen $L_1$, $L_2$ ausgehenden Strahlen werden durch die beiden Spiegel $S_1$ und $S_2$ nach den Skalen $A_2$ und $A_1$ reflektiert. Die beiden Systeme (1) und (2) liegen in grosser Entfernung voneinander in Richtung der Erdbewegung. Werden dann die Spiegel $S_1$ und $S_2$ in genau synchrone Rotation versetzt, so werden die Bilder auf den Skalen $A_1$ und $A_2$

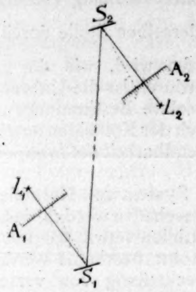



Fig. 1.

abgelenkt und zwar ist die Ablenkung proportional der Zeit, die das Licht zum Durchlaufen des Weges $S_1 S_2$ bezw. $S_2 S_1$ braucht, also proportional zu

$$\frac{c+v}{c-v},$$

wo $c$ die Lichtgeschwindigkeit und $v$ die relative Geschwindigkeit des Äthers gegen die Erde ist

$\left[\frac{v}{c} = \frac{1}{10000}\right.$, wenn der Äther relativ zum Sonnensystem ruht$\left.\right]$.

J. H. Poynting, Über die Tangentialkraft, die durch den schiefen Auffall von Licht auf eine Fläche hervorgerufen wird.

Auf eine Fläche schief auffallendes Licht übt, abgesehen von dem Druck normal zur Fläche, eine Kraft parallel zur Fläche aus von der Grösse $\frac{E}{2}(1-\mu)\sin 2\alpha$ [$E$ = Energiedichte des einfallenden Lichtes, $\mu$ = reflektierter Bruchteil des einfallenden Lichtes, $\alpha$ = Einfallswinkel]. Herr Poynting hat unter Mitwirkung von Herrn Guy-Barlow diese Tangentialkraft unter Benutzung der nachstehend skizzierten Anordnung gemessen.

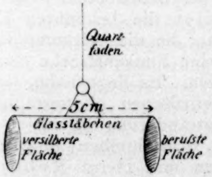



Fig. 2.

Empfindlichkeit: 1 mm der Skala entsprechen einer parallel der Fläche wirkenden Kraft $0{,}483 \cdot 10^{-6}$ Dynen.

Der Apparat befand sich in einem Messinggehäuse mit Glasseiten, das auf ca. 1 cm Druck ausgepumpt war.

Wenn das Licht auf die schwarze Fläche unter einem Winkel von $45^0$ fiel, ergab sich eine Ablenkung entsprechend einem Werte von $E = 5{,}8 \cdot 10^{-6}$ Dynen, wobei $\mu = 0$ angenommen wurde. $E$ wurde sodann durch Messung der Temperaturerhöhung einer Silberplatte, auf welche man denselben Strahl fallen liess, direkt bestimmt und ergab sich zu $6{,}5 \cdot 10^{-6}$ Dynen.

M. Abraham (Göttingen): Die Rückwirkung der Strahlung auf ein bewegtes Elektron.

Der Ausdruck für die Grösse dieser rückwirkenden Kraft wurde für den allgemeinen Fall gegeben und dann auf den praktisch wichtigsten Fall der Bewegung des Elektrons längs einer Schraubenlinie durch Zerlegung in eine parallel der Achse der Schraubenlinie und in eine längs eines Kreises wirkende Kraftkomponente angewendet.

R. W. Wood (Baltimore): Quantitative Bestimmung der anomalen Dispersion des Natriumdampfes.

Es wurden einige interessante Experimente mit Natriumdampf gezeigt. Bringt man etwas Natrium auf den Boden eines mit Wasserstoff gefüllten Kölbchens und erhitzt das Natriumstückchen, so erhebt sich darüber Dampf in Form eines Tropfens, der — bei gewöhnlichem Licht gänzlich unsichtbar — im durchfallenden Natriumlicht vollkommen dunkel erscheint; dreht man das Kölbchen, so dass das Natrium an der oberen Glaswand hängt, so bleibt auch der Dampfballen oben hängen; es macht den Eindruck, als ob der Natriumdampf sich wie eine Flüssigkeit mit Oberflächenspannung verhielte. Erhitzt man in einem evakuierten horizontalen Glasrohr, dessen beide Seiten mit ebenen Glasplatten verschlossen sind, eine Anzahl Natriumstückchen durch untergestellte Brenner, so wirken die sich entwickelnden Dämpfe wie ein Prisma mit horizontaler Kante und es lässt sich sehr schön die anomale Dispersion nach der Methode der gekreuzten Prismen beobachten. Durch Anwendung eines mit homogenem Natriumdampf gefüllten Glasrohres endlich gelang es Herrn Wood, nach der Interferenzmethode den Brechungsexponenten des Natriumdampfes für verschiedene Wellenlängen zu bestimmen.

R. W. Wood, Neue Verbesserungen in der Farbenphotographie nach der Beugungsmethode.

Einige von Herrn Wood ausgestellte Farbenphotographien illustrierten die interessante, von Herrn Wood vor mehreren Jahren angegebene Methode, während ein Bild durch eine Kombination des Beugungsprozesses mit dem Jollyschen Prozess hergestellt war.

H. Rubens (Charlottenburg): Über Reststrahlen und die optischen Eigenschaften der Metalle.

Der Vortragende und Herr Hagen haben ihre bekannten Versuche neuerdings auf Metalllegierungen ausgedehnt, bei denen die Verhältnisse für die Untersuchung wesentlich günstiger liegen als bei den reinen Metallen. Sie fanden eine vollkommene Bestätigung der Maxwellschen Formel

$$100 - R = \frac{2\sqrt{\frac{10^{13}}{v}}}{\sqrt{k \cdot \lambda}}.$$

Als ein wichtiges Resultat der Arbeiten der beiden Forscher ergiebt sich, dass es jetzt möglich ist, eine Bestimmung des Ohm auf rein optischem Wege anzustellen. Aus dem Mittelwert ihrer Versuche leitet sich die Grösse des $\Omega$ ab zu 1,05 m Quecksilber von $0^0$ und 1 mm$^2$ Querschnitt, und diese Bestimmung könnte noch wesentlich verbessert werden, wenn die Wellenlängen der Strahlen genauer bestimmt würden.

In der anschliessenden Diskussion wies Lord Kelvin auf die grosse Bedeutung dieser Versuche hin, welche ergeben haben, dass dieselben Gesetze, die für die Schwingung eines Magnetpols mit einer Schwingungsdauer von 1 Sek. gelten, ihre Gültigkeit behalten für Schwingungen, die fünf Billionen mal schneller erfolgen.

O. Lummer (Charlottenburg), Über die Trennung der feinsten Spektrallinien.

An Hand eines Vergleiches erläuterte der Vortragende in anschaulicher Weise, dass es zur Auflösung feinster Spektrallinien nötig ist, die Gangunterschiede zu benutzen, die zwischen zwei Strahlen nahezu gleicher Wellenlänge nach der Durchlaufung eines langen Weges eintreten, und besprach daran anschliessend die von ihm konstruierten Apparate, die bisher die stärkste Auflösung der Quecksilberlinien ergeben haben. Die Apparate wurden von Herrn Lummer in Thätigkeit vorgeführt.

H. Kayser (Bonn): Normalen der Wellenlängen.

Durch Michelson und Perot und Fabry ist nachgewiesen, dass die Rowlandschen Wellenlängentabellen fehlerhaft sind. Würden die Fehler nur davon herrühren, dass Rowland die Fraunhoferschen Linien und die entsprechenden Linien des Bogenspektrums in der Annahme ihrer Identität gemischt benutzte, so liesse sich nach seiner Methode, der Koinzidenzmethode, ein fehlerfreies System herstellen. Indessen wurde von Michelson gezeigt und von Herrn Kayser durch Messung an zwei grossen Rowlandschen Gittern bestätigt, dass Teilungsfehler möglich sind, die bewirken, dass eine Linie zweiter Ordnung von der Wellenlänge $\frac{\lambda}{2}$ nicht an derselben Stelle durch das Konkavgitter entworfen wird, wie die Linie $\lambda$ erster Ordnung; hierdurch ist die Unbrauchbarkeit der Gitter für absolute Bestimmungen sowohl, wie für relative nach der Koinzidenzmethode erwiesen und ihre Anwendbarkeit auf Interpolationszwecke beschränkt.

Ein neues System von Normalen kann daher nur dadurch geschaffen werden, dass eine grössere Anzahl von Linien (etwa 50) mit einem Interferometer absolut bestimmt werden, eine Aufgabe, die zweckmässig von verschiedenen Beobachtern in Angriff zu nehmen wäre. Durch Interpolation lassen sich dann andere Linien auf einige Tausendstel einer Ångströmschen Einheit genau erhalten. Durch Rechnung nach den bisherigen Beobachtungen, entsprechend dem Vorschlag Herrn Hartmanns in Potsdam, eine Korrektionstabelle herzustellen, ist nicht möglich.

Sir W. Ramsay, Änderungen, hervorgerufen durch $\beta$-Strahlen.

Nach Beobachtungen des Vortragenden und des Herrn W. T. Cooke wurden Glasgefässe durch die von einem verschlossenen Gefäss ausgehende Strahlung einer Radiumbromidlösung je nach der Zusammensetzung des Glases verschieden gefärbt und auf der Oberfläche eine radioaktive Substanz erzeugt (vergl. Nature **70**, 341, 1904).

Diskussion über N-Strahlen.

Herr Lummer führte aus, dass er ursprünglich nicht beabsichtigt habe, auf diesen Gegenstand noch einmal zurückzukommen; die offizielle Anerkennung jedoch, die Herrn Blondlots Experimente durch Verleihung eines der grossen Preise der französischen Akademie gefunden haben, habe ihn bestimmt, der Aufforderung, diese Diskussion zu eröffnen, Folge zu leisten. Trotz vieler Bemühungen ist es dem Vortragenden und Herrn Rubens nicht gelungen, auch nur das leiseste Anzeichen eines Effektes der N-Strahlen zu beobachten. Inzwischen habe Herr Blondlot die bekannten Photographien veröffentlicht, die die Wirkung der N-Strahlen auf eine kleine Funkenstrecke zur Darstellung bringen sollen. Es liege nahe, den von Herrn Blondlot erhaltenen photographischen Effekt der Kapazitätsänderung durch Verschiebung des Bleischirmes zuzuschreiben; indessen sei es dem Vortragenden und Herrn Rubens überhaupt nicht gelungen, mit der Blondlotschen Anordnung die verschiedene photographische Wirkung zu erhalten, auch alle anderen Versuche, die Wirkung der N-Strahlen photographisch festzustellen, haben fehlgeschlagen. Eine Untersuchung, wieviel die Helligkeit eines schwach

leuchtenden kleinen Schirmes geändert werden muss, damit die Änderung dem Auge bemerkbar wird, habe ergeben, dass die Änderung mindestens 30—40 Proz. betragen muss. Der Vortragende führte dann noch ein Experiment an, das zeigt, wie leicht im Dunkeln physiologische Wirkungen eintreten, die ein scheinbares Heller- oder Dunklerwerden schwach leuchtender Flächen zur Folge haben. Herr Lummer schloss seine Ausführungen damit, dass seiner Überzeugung nach alles, was in Bezug auf N-Strahlen thatsächlich beobachtet worden ist, auf physiologischen Wirkungen im Auge beruhe.

Eine Anfrage ergab, dass zwar viele der Anwesenden versucht haben, die Blondlotschen Experimente zu wiederholen, dass dies aber niemandem gelungen ist. Ein Experiment, das Herr W. A. D. Rudge anführte, und das darin besteht, ein lumineszierendes Papier im Dunkeln vor das geschlossene Auge zu halten und mit einem Gegenstand zu berühren, worauf ein deutliches Dunklerwerden eintreten soll, ist nach Herrn Lummer als ein physiologischer Effekt zu erklären und hat, wie Herr Rubens bemerkt, jedenfalls nichts mit N-Strahlen zu thun, da einerseits Berührung des Papiers für den Effekt notwendig ist, andererseits der berührende Gegenstand keine der von Herrn Blondlot angeführten Quellen von N-Strahlen zu sein braucht.

Herr J. B. Burke berichtet über seine negativen Resultate bezüglich der N-Strahlen und erwähnt ebenfalls Experimente, die zeigen, wie leicht man in diesen Versuchen Täuschungen unterworfen ist; bei der Wellenlängenbestimmung des Herrn Blondlot, berechne sich aus den von diesem angegebenen Zahlen eine so geringe Intensität ($^1/_{8000}$) in den Interferenzstreifen, dass eine allenfallsige Wirkung der N-Strahlen der Beobachtung entgehen würde.

A. Schuster (Manchester): Über die Ionisierung der Atmosphäre.

Herr Schuster führte zunächst aus, dass der Ionengehalt von 2 Faktoren abhängt, von der Anzahl der pro Sek. erzeugten Ionen und von dem Betrag der Wiedervereinigung, und dass man diese beiden Faktoren einzeln kennen müsse. Es sei daher ausser der Ionisierung auch noch die Konstante der Wiedervereinigung zu bestimmen. Der von Herrn Schuster konstruierte Apparat ist im wesentlichen der von Herrn Ebert angegebene, unter Anbringung einiger Verbesserungen. Zur Bestimmung der Wiedervereinigungskonstante setzt Herr Schuster vor das Aspirationsrohr ein längeres Blechrohr, in das nacheinander an zwei vom Elektroskop verschieden weit entfernten Stellen ein schwaches Radiumpräparat eingebracht wird. Aus dem Unterschied der Elektroskopangaben in beiden Fällen erhält man dann die Konstante der Wiedervereinigung. Diese Konstante variiere oft ausserordentlich rasch und der Vortragende glaubt daher, dass wir in unserer Erkenntnis nicht wesentlich weiterkommen werden, solange wir nicht selbstregistrierende Apparate haben. Ausserdem wurde auf die Veränderlichkeit des normalen Elektrizitätsverlustes hingewiesen, der sich oft auf das 5—6fache steigert, wenn man das Elektroskop aus dem Zimmer in den Sonnenschein bringt; diese Veränderlichkeit könnte durch die Annahme sehr langsam beweglicher Ionen erklärt werden, die nur durch Konvektionsströme zur Wirkung kämen.

Herr Geitel bemerkte hierzu, dass er die Anwendung von Radium in dem Apparate wegen der drohenden Infektion für gefährlich halte.

Herr Elster wies auf die Beziehung hin, die in Kellern und Höhlen zwischen der Leitfähigkeit und der Anwesenheit von radioaktiven Stoffen gefunden wurde. In grosser Höhe finde man in offener Luft oft ausserordentlich grosse Mengen radioaktiver Emanation.

Bezüglich des Bedenkens des Herrn Geitel erwiderte Herr Schuster, dass er die Gefahr bei Anwendung des Radiums in einem verschlossenen Glasrohr nicht für allzu gross halte.

Diskussion über Radioaktivität gewöhnlicher Materie.

Herr J. J. Thomson eröffnete diese Diskussion. Er betonte zunächst die Schwierigkeit derartiger Untersuchungen, die durch die fast überall vorhandene Anwesenheit der bekannten radioaktiven Stoffe, vor allem des Radiums, bedingt sei. Die einzige Möglichkeit, die Frage zu ergründen, bestehe in der sorgfältigen Messung der von den einzelnen Materialien ausgegebenen Strahlungen; auch dann bleibe aber noch die Frage offen, ob die bei gewöhnlicher Materie beobachtete Radioaktivität nicht eine sekundäre Erscheinung ist, hervorgerufen durch eine überall vorhandene sehr durchdringende Strahlung. Herr Mc. Lennan und Herr Strutt haben gleichzeitig gefunden, dass die Ionisierung in einem Gefäss vom Material der Wände abhängt. Ein Teil der Wirkung der Wände bestehe in der Aufhaltung der von aussen kommenden Strahlung. Nach Rutherford und Cooke bewirke jedoch eine halbe Tonne Blei keine stärkere Verminderung der Ionisierung als eine 5 cm dicke Bleischicht. Nach den Versuchen des Herrn Cooke sei die Schirmwirkung einer Bleiplatte gegenüber der Strahlung vom Himmel die gleiche wie die gegenüber der Strahlung von der Erde, ein Resultat, das von Herrn A. Wood im Cavendish-Laboratorium bestätigt wurde. Herr A. Wood habe ferner festgestellt, dass die maximale Verminderung der Ionisierung bei Anwendung verschiedener

Metalle ver[illegible]den ausfalle. Versuche des Herrn Campbell [illegible]endish-Laboratorium über die Abhängig[illegible] Sättigungsstromes von der Grösse des [illegible]es führten zu dem Schluss, dass ausser einer [illegible]rch das ganze Volumen gleichmässig verte[illegible]en ionisierenden Wirkung in der Nähe der Wände eine verstärkte solche Wirkung vorhanden sein müsse und zwar zeigte sich letztere abhängig vom Material der Wände; weitere Versuche des Herrn Campbell haben ergeben, dass die Wirkung eines Metalles auf die Ionisierung eines daneben befindlichen durch Aluminiumfolie abgeschlossenen Luftvolumens für verschiedene Metalle verschieden ist. Wollte man diese Effekte durch Verunreinigungen erklären, so müsste man die Annahme einer sekundären Strahlung, hervorgerufen durch die primäre Strahlung von im Metall enthaltenen Radium, machen, doch glaubt Herr Thomson die Annahme einer spezifischen Strahlung der Metalle aus dem Umstand folgern zu müssen, dass die von Herrn A. Wood für verschiedene Metalle beobachteten Ionisierungsstärken mit den von Herrn Strutt gefundenen nahezu übereinstimmen. Nach Versuchen des Herrn Mc. Lennan geben die Metalle auch spezifische Emanationen aus.

Herr Geitel glaubt, dass noch weitere Experimente nötig seien, um zu zeigen, ob wirklich alle Materie radioaktiv sei; in der Atmosphäre seien bisher nur die Emanationen von Radium und Thorium gefunden worden.

Herr Schuster fragte, ob man nicht eine ausserordentlich starke Strahlung von der Gesamtmasse der Erde erwarten müsste, wenn thatsächlich eine so durchdringende Strahlung bestehe. Er erwähnte ferner noch die Möglichkeit von Strahlungen, die der Ionisierung entgegenwirken; es sei sehr merkwürdig, dass nach den Versuchen des Herrn Cooke eine Bleiplatte über dem Ionisierungsgefäss dieselbe Verminderung der Ionisierung bewirke wie unter diesem.

Herr W. Wien machte darauf aufmerksam, dass man 2 Arten radioaktiver Strahlungen unterscheiden müsse: Bekanntlich sende jeder Körper bei hoher Temperatur eine negative Strahlung aus; in geringerem Grade werde dies auch bei niederer Temperatur der Fall sein; diese Strahlung müsste dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik gehorchen. Davon zu unterscheiden sei die Strahlung, die von den verschiedenen bekannten radioaktiven Substanzen ausgegeben werde, und die nichts mit dem zweiten Hauptsatz zu thun habe.

Herr O. Lodge folgerte gleich Herrn Thomson aus den charakteristischen Kurven, die die radioaktiven Eigenschaften der verschiedenen Metalle darstellen, dass wir es nicht mit Radiumverunreinigungen zu thun haben, sondern mit thatsächlicher Radioaktivität gewöhnlicher Materie. In diesem Fall sei dann alle Materie nur in Übergangsformen vorhanden.

In dem Schlusswort bemerkte Herr J. J. Thomson bezüglich der obigen Äusserung des Herrn Schuster, dass es sich nur um relativ durchdringende Strahlungen handle, und dass man daher keine uneingeschränkte Summierung der Strahlung von allen Teilen der Erde anzunehmen habe.

Lord Kelvin, Über eine Kombination von Atomen, die die Eigenschaften von Polonium und Radium zeigen würde.

Der Vortragende stimmt der jetzt herrschenden Ansicht bei, dass die in Erscheinung tretende Energie der radioaktiven Stoffe aus einem inneren Energievorrat stamme, glaubt jedoch, dass man die Radioaktivitätseigenschaften, positive und negative Strahlungen auszusenden, ohne Annahme eines Zerfalls der Atome in folgender Weise erklären könne. Zwei kugelförmige Atome (Fig. 3a) haben jedes eine Ladung,

a b

Fig. 3.

die ein wenig kleiner ist als $4e$; zwischen beiden ein Elektron $(-e)$. Ein solches System ist stabil, aber sehr nahe der Instabilität. Wird aus irgendeiner zufälligen Ursache die Entfernung des einen Atoms etwas vergrössert, so wird es unter Entwicklung einer Energiemenge von $6e^2/r$ abgestossen. Man braucht nur den Radius $r$ der Atome der radioaktiven Elemente entsprechend klein anzunehmen, um die beobachtete grosse Energieentwicklung zu erklären. In analoger Weise lässt sich die Ausstossung negativer Teilchen nach dem Schema b (Fig.) erklären. Allerdings vermag diese Theorie keine Rechenschaft zu geben über die Unabhängigkeit der Radioaktivität von der Temperatur und über die Erscheinung der Emanation.

H. A. Wilson, Elektrische Leitfähigkeit von Flammen.

Herr Wilson hat neuerdings genaue Messungen an einer besonders konstruierten Gasflamme ausgeführt. Der Brenner bestand aus einem horizontalen Quarzrohr von ca. 25 cm Länge mit einer grossen Anzahl feiner Löcher entlang der oberen Mittellinie, aus denen das Gas-Luftgemisch in Form einer langen flachen Flamme von nahezu rechtwinkliger Begrenzung und ca. 3—4 cm Höhe brannte. Aus den Messungen leitete er die Beziehung zwischen Elektrodenspannung $V$ und Stromstärke $i$ in der Form ab:

$V = Ai^2 + Bi^2 + C \cdot d \cdot i$, wo $A, B, C$ Konstante und $d$ die Elektrodenentfernung ist. Hieraus schloss der Vortragende, dass der Strom weit vom Sättigungszustand entfernt und praktisch vollständig einer Volumenionisation zuzuschreiben ist.

O. W. Richardson, Elektrische Eigenschaften heisser Körper.

Im Anschluss an seine Untersuchungen über die Aussendung negativer Ionen durch heisse Körper hat der Vortragende die Aussendung von positiven Ionen untersucht. Im allgemeinen ist diese mit der Zeit veränderlich; unter Bedingungen jedoch, wo dies nicht merklich der Fall ist (bei relativ niedriger Temperatur), wird der Betrag der ausgesandten positiven Elektrizität durch einen Ausdruck derselben Form

$$(A \cdot \Theta^{1/2} e^{-b/\Theta})$$

gegeben, wie der die Abgabe negativer Elektrizität darstellende.

J. A. Fleming, Elektrische Wellen längs Drahtspulen und eine Anwendung derselben zur Messung der bei der drahtlosen Telegraphie benutzten Wellenlängen.

Eine lange Ebonitstange ist mit einer Lage seidenumsponnenen Drahtes umwickelt; darauf schleift ein zur Erde abgeleiteter, stanniolgefütterter Metallsattel. Das eine Ende der Spule ist mit einer isolierten Metallplatte versehen, der eine zweite Metallplatte gegenübersteht, welch letztere mit dem Oszillationsstromkreis verbunden ist. Man verschiebt den Sattel so lange, bis eine Neon-Röhre in der Mitte zwischen Sattel und Platte einen Knoten anzeigt. Aus der so gemessenen Wellenlänge und den Konstanten der Drahtspule lässt sich dann die Schwingungsdauer berechnen.

Cambridge, August 1904.

A. Bestelmeyer.

(Eingegangen 1. September 1904.)

# BESPRECHUNGEN.

**F. Dessauer und B. Wiesner, Rückblick auf die Entwicklung der Röntgentechnik.** gr. 8. 20 S. Wiesbaden, O. Nemnich. 1904. M. —,80.

Der vorliegende Artikel ist ein Separatabdruck des ersten Kapitels eines im Erscheinen begriffenen Werkes: Kompendium der Röntgenographie, das von den Verfassern herausgegeben wird. Auf wenigen Seiten findet man in der vorliegenden Broschüre den historischen Entwickelungsgang der Technik und Praxis in der Anwendung der Röntgenstrahlen dargestellt. Wenngleich die Behandlung des Gegenstandes, da die Verfasser selbst stark Partei sind, nicht als eine unparteiische gelten darf, wenngleich der Ton sogar zum grossen Teile ein reichlich polemischer genannt werden muss, so dürfte der Inhalt doch die Leser der Zeitschrift lebhaft interessieren. Dem Kompendium selbst aber dürfte es zum Vorteil gereichen, wenn die polemische Behandlungsweise des Stoffes nicht über das erste Kapitel hinausreichte.

E. Bose.

## Briefkasten.

### Bemerkung zu der Arbeit von Blaas und Czermak!

Es ist zwar üblich, Prioritätsansprüche nur für die eigene Person geltend zu machen. In dem hier vorliegenden Falle handelt es sich um die Arbeit eines Verstorbenen, dem ich im letzten Jahre seines Lebens näher getreten bin. Es mag dies als Begründung für die hier beliebte Abweichung von dem sonstigen Gebrauch dienen.

Die von den Herren J. Blaas und P. Czermak in dieser Zeitschrift **5**, 363, 1904 beschriebene Wirkung unbelichteter Zinkplatten auf die photographische Platte ist bereits 1898 von dem 1901 verstorbenen Herrn Max Maier in einem Aufsatz: „Versuche über die Einwirkung von Zink und Quecksilber auf die lichtempfindliche photographische Platte" (Natur und Offenbarung **44**, 223, 1898) publiziert worden. Der Weg, welcher damals zur Entdeckung der Erscheinung führte, war fast derselbe, der die Versuche des Herrn Blaas veranlasste: es sollte die photographische Wirkung von Leuchtfarben studiert werden, wobei zwischengelegte Zinkscheiben durch diese abgebildet werden sollten. Es heisst dort: „Die Leuchtschirme waren vor dem Versuche den Sonnenstrahlen ausgesetzt worden, so dass sie in der photographischen Dunkelkammer eine wunderschöne blaue Phosphoreszenz zeigten. Nach 5 Tagen wurden die photographischen Platten nach Entfernung der Zinkstücke und Leuchtschirme entwickelt. Da zeigte sich nur auf jenen Platten eine Einwirkung, auf welchen ein rechteckiges Zinkstück gelegen hatte. Der Einfluss erstreckte sich jedesmal auf das ganze Zinkstück .... Auf allen jenen Platten, auf welchen nur Balmainsche Leuchtschirme gelegen hatten, zeigte sich nicht die mindeste Einwirkung." Ebenso wirkten: Quecksilber, Pech, Benzol und schwarzes Papier. Bezüglich der Absorption dieser photochemischen Wirkung heisst es weiter: „Jede Einwirkung unterblieb, wenn ich zwischen die lichtempfindliche Trockenplatte und den zu untersuchenden festen oder flüssigen Körper eine Glastafel brachte."

Kurze Referate des betr. Aufsatzes finden sich: Beibl. **22**, 914, 1898 sowie Fortschr. **54**, 146, 1898.

Dr. Carl Forch.

Darmstadt, 30. Aug. 1904.

## Personalien.

**(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)**

Es wurde berufen: Der a. o. Professor der theoretischen Physik und physikalischen Chemie an der Erlanger Universität, Dr. G. C. Schmidt als o. Professor an die Universität Königsberg.

Es erhielten den Titel Professor: Die ständigen Mitarbeiter beim Meteorologischen Institut Dr. K. Kassner und Dr. J. Edler in Berlin.

## Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1904/05.

### Technische Hochschule Aachen.

**Wüllner**: Experimentalphysik I, 6; Physik in mathematischer und experimenteller Behandlungsweise (ausgewählte Teile), 3; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Hagenbach und v. Pirani). — **Hagenbach**: Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalische Technik, 2; Experimentalphysik, enzyklopädischer Kurs, 2; Physikalische Chemie, 2. — **Hamacher**: Praktische Telegraphie und Fernsprechwesen 2. — **Polis**: Meteorologie, 2; Meteorologische Technik, 1; Übungen im meteorologischen Observatorium; Ausgewählte Kapitel aus der Meteorologie, 1. — **Grotrian**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 5; Theoretische Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Praktikum. — **Rasch**: Elektrische Arbeitsübertragung, 2; Entwerfen von Dynamomaschinen und Transformatoren, 3; Elektrische Konstruktionsübungen, 2. — **Finzi**: Elektrische Leitungen, 1; Übungen in Berechnungen elektrischer Leitungen, 1. — **Herrmann**: Mechanische Technologie I, 3; Fabrikanlagen und Arbeitsmaschinen, 2, Zeichnen 2. — **Weber**: Mechanische Technologie II, 4. — **Junkers**: Arbeiten im maschinentechnischen Laboratorium I und II, 1. — **Köchy**: Lokomotivbau II, 2; Eisenbahnmaschinenbau, 2, Zeichnen 1; Maschinenelemente, 4, Übungen im Entwerfen, 5. — **Obergethmann**: Maschinenbau, 6, Übungen im Entwerfen, 6; Maschinenkonstruieren, 6. — **Pinzger**: Theoretische Maschinenlehre II, 6; Kinematik, 2. — **Lutz**: Maschinenzeichnen 1, Übungen 2; Maschinenskizzieren, 2; Kleinkraftmaschinen, 2; Enzyklopädische Maschinenlehre, 4, Übungen 2; Heizung und Lüftung der Gebäude, 2. —

**Bredt**: Chemie des Benzols und des Pyridins, 3; Organisches Praktikum (mit Levy); Anleitung zu selbständigen Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie. — **Classen**: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 6; Massanalyse, 1; Experimentalchemie, enzyklopädischer Kurs, 2; Anorganisches Praktikum (mit Clören, Fischer, Hinrichsen und Köster); Elektrochemisches Praktikum. — **Rau**: Chemische Technologie, 4; Entwerfen von chemischen Fabrikanlagen, 4; Chemisch-technisches Praktikum (mit Strutz und Hahn); Warenkunde III: Mineralreich, 2. — **Kapff**: Färberei und Textilchemie, 2. — **Hinrichsen**: Flüssige und feste Lösungen, 1; Chemische Tagesfragen, 1. — **Stegemann**: Spreng- und Zündmittel, 1. —

**Jürgens**: Höhere Mathematik II, 3, Übungen, 1; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Kaufmännisches Rechnen, 2; Versicherungsmathematik, 2. — **Kötter**: Darstellende Geometrie, 4, Zeichnen, 4; Graphische Statik, 3, Zeichnen, 2. — **N. N.**: Höhere Mathematik I, 8 bezw. 4, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik, 2. — **Sommerfeld**: Mechanik I, 5, II, 3, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Mechanik, für Vorgeschrittenere, 2 *g*. — **Haussmann**: Markscheiden und Feldmessen, 4, Übungen, $^1/_2$ Tag; Markscheiderische Zeichen- und Rechenübungen, 2; Ausgleichungsrechnung, 2, Übungen, 1; Markscheiderisches Seminar, 2; Enzyklopädie der Markscheidekunde, 2; Sphärische Trigonometrie, 1, Übungen, 2. — **Schumann**: Praktische Geometrie I, 3, Übungen, 2, II, 2; Geodätisches Praktikum I, 2; Planzeichnen und Geodätisches Praktikum II, 4; Ausgewählte Kapitel der Geodäsie, 1 *g*; Eisenbahntracieren, 2. —

### Universität Basel.

**Hagenbach-Bischoff**: Experimentalphysik II: Licht, Wärme und Elektrizität, 6, Mathematische Ergänzungen, 1 *g*. — **VonderMühll**: Analytische Mechanik, 4; Ein Kapitel der mathematischen Physik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 2 *g*. — **Veillon**: Interferenzerscheinungen des Lichts, 2 *g*. —

**Piccard**: Liest nicht. — **Nietzki**: Chemisches Vollpraktikum, tägl.; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, $2^1/_2$. — **Kahlbaum**: Ausgewählte Kapitel der allgemeinen physikalischen Chemie, $1^1/_2$; Physikalisch-chemisches Praktikum, tägl.; Kolloquium über theoretische Chemie, 1 *g*. — **Rupe**: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Vollpraktikum (mit Nietzki), tägl.; Chemisches Kränzchen (mit Nietzki und Fichter), 1. — **Fichter**: Einführung in die Elektrochemie, 1; Analytisches Halbpraktikum für Anfänger, 9; Chemisches Vollpraktikum (mit Nietzki), tägl.; Stickstoffhaltige Ringsysteme, 1 *g*. — **Kreis**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2; Übungen in der Untersuchung von Lebensmitteln, 4; Arbeiten im Laboratorium, tägl. — **Nienhaus**: Pharmakognosie, 3; Pharmazeutische Chemie, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 6; Mikroskopisches Praktikum, 2; Pharmazeutisches Kränzchen, 1 *g*. —

**Kinkelin**: Differential- und Integralrechnung I, 3; Bestimmte Integrale, 3; Wahrscheinlichkeits- und Versicherungsrechnung, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Riggenbach**: Astronomische Geographie, 2; Theorie des Mediankreises, 2 *g*., Übungen, 2 *g*. — **Spiess**: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Zahlentheorie, 2. —

### Universität Berlin.

**Warburg**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5, Mathematische Ergänzungen, 1 *g*; Praktische Übungen und Arbeiten im physikalischen Laboratorium, a) für Geübtere, tägl., b) für Anfänger (mit Blasius), 7, c) für Pharmazeuten (mit Starke), $3^1/_2$. — **Weinstein**: Theorie des Elektromagnetismus nach Maxwell und Hertz, 3; Erdmagnetismus und Erdelektrizität, 1 *g*. — **Börnstein**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik und Wärmelehre, 3; Übungen im Gebrauch physikalischer Apparate, 4; Wetterkunde, 1. — **Krigar-Menzel**: Theoretische Physik I: Allgemeine Mechanik der Massenpunkte und starren Körper, 4. — **Neesen**: Geometrische Optik, 2. — **Planck**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 1 *g*. — **Starke**: Elektrische Wellen (experimentell), 1. — **Lummer**: Grundlage der Spektralanalyse und Grenzen ihrer Anwendbarkeit, mit Experimenten, $1^1/_2$. — **Martens**: Ausgewählte Kapitel aus der Wärmelehre, mit Experimenten, 1 *g*. — **Aschkinass**: Elemente der höheren Mathematik mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung in den Naturwissenschaften, 2. — **v. Wesendonk**: Über elektrische Entladungen, 1 *g*. — **Pringsheim**: Interferenz und Polarisation des Lichtes (experimentell), $1^1/_2$ *g*. — **Blasius**: Übungen im Anschluss an das physikalische Praktikum, 1 *g*; Physikalischer Kursus für Mediziner, $3^1/_2$. — **E. Meyer**: Einführung in die moderne Maschinentechnik, 2; Technische Exkursionen, *g*. — **v. Ihering**: Maschinenkunde für Chemiker und Physiker, 2, Übungen, 2. — **v. Bezold**: Allgemeine Meteorologie, 2; Über Wind und Wetter, 1 *g*; Übungen im meteorologischen Institut, a) für Anfänger, 3, b) für Geübtere, 15 bis 25; Meteorologisches Kolloquium, 1 *g*. — **Meinardus**: Meteorologische Instrumente und Beobachtungen, 1; Ausgewählte Kapitel aus der Meereskunde, 1 *g*. — **Less**: Über die jeweiligen Witterungsvorgänge, 1 *g*; Einführung in die Klimatologie, 1. —

**Landolt**: Allgemeine und physikalische Chemie, 4; Praktische Übungen im zweiten chemischen Universitäts-Laboratorium, tägl.; Physikalisch-chemische Arbeiten (mit Jahn), tägl. — **E. Fischer**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im ersten chemischen Universitäts-Laboratorium (mit Gabriel, Pschorr, Stock und Diels), tägl. — **van't Hoff**: Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1 *g*. — **Pinner**: Anorganische Experimentalchemie, 6. — **Liebermann**: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im organisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **Biedermann**: Technische Chemie II: Die organischen Stoffe mit Demonstrationen, 4. — **Gabriel**: Massanalyse und Gasanalyse, 2. — **Will**: Geschichte der Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Chemie, 1 *g*. — **Fock**: Einleitung in die Chemie, 1; Chemische Krystallographie, 1. — **Jahn**: Elemente der Differential- und Integralrechnung für Chemiker, 1 *g*; Die beiden Hauptsätze der Thermodynamik und ihre Bedeutung für die theoretische Chemie, 2. — **Roth**: Physikalische Methoden der chemischen Analyse, 1; Die elektrolytische Dissoziationstheorie, ihre Begründung und Anwendung, speziell auf die chemische Analyse, 1. — **Stock**: Repetitorium der anorganischen Chemie, 1. — **Thoms**: Toxikologische Chemie, $1^1/_2$; Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, mit Experimenten, 4; Praktische Übungen im pharmazeutischen Institut (mit W. Traube), tägl. — **Schotten**: Chemie und Physiologie der Ernährung, 2. — **v. Buchka**: Geschichte der Chemie, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände, mit Berücksichtigung der einschlägigen Gesetzgebung, 4. — **Wichelhaus**: Technologie für Chemiker II: Organische Stoffe, mit Experimenten und Exkursionen, 4; Chemische

Technologie für Juristen, 2; Übungen im technologischen Institut der Universität, tägl. — **H. Traube**: Mikrochemische Analyse, mit Übungen, 1. — **Meyerhoffer**: Elektrochemie, 1. — **Buchner**: Anorganische Experimentalchemie, 4; Anorganisch- und organisch-chemisches Praktikum im chemischen Laboratorium der landwirtschaftlichen Hochschule, ganz- und halbtägig. — **Rosenheim**: Anorganisch-chemisches Praktikum (mit R. J. Meyer und Koppel), tägl.; Praktische Übungen in der Gas- und Massanalyse, 3; Kolloquium über anorganische Chemie, 1½. — **Koppel**: Kolloquium über allgemeine und physikalische Chemie, 1½. — **Diels**: Kolloquium über organische Chemie, 2. — **Pschorr**: Einführung in die Chemie aliphatischer Verbindungen, 1. — **Emmerling**: Bakteriologie für Chemiker, mit Experimenten und Demonstrationen, 1; Praktisch-chemischer Kursus für Mediziner im ersten chemischen Universitätslaboratorium, 8. — **W. Traube**: Qualitative chemische Analyse, 1. — **Marckwald**: Analytische Chemie, 2. — **Spiegel**: Chemie der Alkaloide, 1; Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und physiologischer Wirkung (rationelle Arzneimittelsynthese), 1 *g*. — **R. J. Meyer**: Spektralanalyse mit praktischen Übungen für Chemiker, 2. — **Jacobson**: Besprechung chemischer Tagesfragen, 1. — **Sachs**: Ausgewählte Kapitel aus der Farbstoffchemie, 1; Färbereichemische Übungen und Exkursionen, 3. — **Neuberg**: Chemie der Kohlehydrate, für Chemiker und Mediziner, 1; Die chemischen Vorgänge im Tierkörper, für Chemiker und Mediziner, 1 *g*; Praktischer Kursus der Chemie, für Mediziner (mit E. Salkowski), 6. —

**Schwarz**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 14tägig, 2 *g*; Theorie der elliptischen Funktionen, 4; Ausgewählte Kapitel der Theorie der analytischen Funktionen, 2 *g*; Mathematische Kolloquien, 14tägig, 2 *g*. — **Knoblauch**: Bestimmte Integrale, 4; Theorie der krummen Flächen, 4; Theorie der Raumkurven, 1 *g*. — **Lehmann-Filhés**: Analytische Geometrie, 4; Bestimmung von Doppelsternbahnen, 1 *g*. — **Landau**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Theorie der Flächen zweiter Ordnung, 2; Mengenlehre, 1 *g*. — **Schur**: Algebraische Theorie der quadratischen Formen, 2 *g*; Zahlentheorie, 4. — **Frobenius**: Algebra, 4. — **Schottky**: Allgemeine Funktionentheorie, 4; Analytische Mechanik, 4. — **Hettner**: Einführung in die Determinantentheorie, 2. — **Förster**: Theorie und Kritik der Zeitmessung, 2; Geschichte der alten Astronomie, 2; Überblick über die Methoden und Ergebnisse der Astronomie, 1 *g*. — **Struve**: Sphärische Astronomie, 3. — **Marcuse**: Die Fehler der Sinneswahrnehmung bei Präzisionsmessungen, mit Lichtbildern, 1 *g*; Allgemeine Himmelskunde, mit Lichtbildern, 1½; Theorie und Praxis geographisch- und nautisch-astronomischer Ortsbestimmungen, einschliesslich der bei Forschungsreisen vorkommenden Aufgaben, mit Übungen, 2; Kolloquium über ausgewählte Kapitel der astronomischen Geographie und Aufgaben der geographischen Ortsbestimmung, 1½ *g*. — **Bauschinger**: Bahnbestimmung der Kometen und Planeten, 3, Übungen, 1 *g*. — **Helmert**: Die kürzeste Linie in ihrer Anwendung auf geodätische Messungen, 1 *g*; Über die Bestimmung der Figur der Erde, 1. — **Scheiner**: Photographie der Gestirne, 2; Astrophysikalisches Kolloquium, 1 *g*. — **Battermann**: Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 1½. — **Eggert**: Ausgleichungsrechnung, 1, Kolloquium, 1 *g*. —

## Technische Hochschule Berlin.

**N. N.**: Experimentalphysik, 4; Physikalische Übungen, 4, für Praktikanten der chemischen Laboratorien, 2; Mathematische Physik, 2. — **Grunmach**: Magnetische und elektrische Masseinheiten und Messmethoden, 2; Physikalische Massbestimmungen und Messinstrumente, 4. — **Kalischer**: Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik II, 2; Grundzüge der Potentialtheorie und ihre Anwendung in der Elektrizitätslehre, 2; Elektrische Schwingungen und Funkentelegraphie, 1. — **Krigar-Menzel**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Theorie der Wärme (Thermodynamik), 2. — **Rubens**: Experimentalphysik, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium: Physikalische Messungen, 4. — **Gleichen**: Photographische Optik und Anleitung zur Berechnung photographischer Objektive, 2. — **Gross**: Mechanische Wärmetheorie, 4; Einleitung in die mathematische Physik, 2; Einleitung in die Potentialtheorie, 2; Theorie des Galvanismus, 2; Gastheorie, 2; Grundzüge der Energetik, 1. — **Petzoldt**: Über die mechanische Naturansicht, 1 *g*. — **Kassner**: Wetterkunde für Techniker mit Beispielen aus der Praxis, 1. — **Miethe**: Spektralanalyse, mit Übungen, 2; Allgemeine Photographie: Apparatenkunde, Übersicht über die gebräuchlichen photographischen Prozesse, 2; Einführung in die photographische Optik, 1; Praktische Arbeiten im photochemischen Laboratorium, tägl.; Photographische Übungen in den gebräuchlichen Prozessen, 16; Lichtpausübungen, 2 oder 4 wöchige Kurse. — **Servus**: Einführung in das Studium der Elektrotechnik, 2; Die Grundgesetze der Wechselstromtechnik, 2. — **Slaby**: Elektromechanik, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Elektromechanik, 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit W. Wedding), 4 Tage. — **W. Wedding**: Elektrotechnische Messkunde, 2; Enzyklopädische Elektrotechnik mit Einschluss der Elektrotelegraphie, mit Experimenten a) Elektrotechnik, 2, b) Elektrotelegraphie, 1. — **W. Reichel**: Elektrische Bahnen, 2, Übungen, 2. — **Klingenberg**: Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 3. — **Strecker**: Elektrotelegraphie, 2. — **Kallmann**: Betriebstechnik für Elektrizitätswerke und Strassenbahnen, 2; Elektrische Einrichtungen moderner Centralen und Leitungsnetze, 2. — **Kapp**: Bau der Dynamomaschinen für Gleichstrom, 2, Übungen, 3. — **Vogel**: Elektrotechnische Berechnungen, 2. — **Zehme**: Elektrische Stadt- und Haupteisenbahnen, 2. — **Riedler**: Arbeitsmaschinen, 4, Übungen, 4. — **W. Hartmann**: Kinematische Geometrie und theoretische Kinematik, 2; Maschinengetriebe: Anwendungen der Kinematik, 2. — **v. Borries**: Eisenbahnmaschinenbau, Fahrzeuge, Oberbau, Betriebs- und Verkehrsanlagen, Unterhaltung, 4, Übungen, 4; Eisenbahnbetrieb u. Signalwesen, 2; Kraftwagen: Automobilen, 2, Übungen, 2; Eisenbahnmaschinenwesen für Bauingenieure, 2. — **Heyn**: Mechanische Technologie I und Eisenhüttenkunde, 2; Mechanische Technologie II und Materialienkunde, 4, Übgn., 2; Zustandsänderung der Metalle, 2 *g*. — **Hörmann**: Spezielle mechanische Technologie, 4; Werkzeugmaschinen, 2. — **Josse**: Wärmetechnik, 2, Übgn. I, 14 tägig, 5, II, 6, III, 10. — **Kammerer**: Maschinenelemente, 4, Übgn., 8; Entwerfen von Hebemaschinen, 4; Entwerfen von schwierigeren Hebemaschinen und von Maschinen zu Verkehrsanlagen für staatliche, kommunale und industrielle Betriebe, 4. — **Ludewig**: Wasserkraftmaschinen, 2; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen und Dampfkesseln, Übungen, 4. — **Martens**: Materialprüfungswesen mit Übungen, 2, Übgn., 2. — **E. Meyer**: Mechanik I, 4, Übgn., 2, II, 4, Übungen, 2. — **E. Reichel**: Einleitung in den Maschinenbau, 2, Übgn., 6; Wasserkraftmaschinen, 2, Übgn., 4. — **Schlesinger**: Werkzeugmaschinen, 2, Übungen, 4; Fabrikbetriebe, 2, Übungen, 4. — **Stumpf**: Dampfmaschinenbau (einschliesslich Dampfturbinenbau), 4, Übungen, 8. — **Wehage**: Angewandte Dynamik, 2; Angewandte Hydraulik, 4. — **Heinel**: Theorie, Konstruktion und Verwendung der Kälteerzeugungsmaschinen, 2; Maschinenkunde, 2, Übungen, 4. — **Hilpert**: Rationelle Arbeitsmethoden und Kalkulation, 2. — **Leist**: Mechanik I, 4, Übungen, 2, II, 4, Übgn., 2. —

**v. Knorre**: Analytische Chemie: Quantitative Analyse, 2; Praktische Arbeiten im elektrochemischen Laboratorium, tägl.; Allgemeine Elektrochemie und Anwendung der Elektrolyse in der chemischen Industrie, 4; Abriss der technischen Gasanalyse, mit Übungen, 2. — **Liebermann**: Organische Chemie I: Die offenen Kohlenstoffketten, 5; Praktische Arbeiten im organischen Laboratorium, tägl. — **Witt**: Chemische Technologie II. Organische Verbindungen, Faserstoffe, Papier, Leder, Fette, Öle, Seifen, Beleuchtung, Trockene Destillation: Gasbereitung, Kokerei, Teer, Destillation, Holzschwelerei, Braunkohlensteinöl, 4; Farbstoffe, Bleicherei, Färberei, Zeugdruck, 2; Praktische Arbeiten im technisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **v. Buchka**: Chemie der Nahrungsmittel mit Berücksichtigung der Nahrungsmittelanalyse und Bakteriologie, 4; Geschichte der Chemie, 2. — **Erdmann**: Experimentalchemie I, 4; Abriss der Experimentalchemie, 2; Praktische Arbeiten im anorganischen Laboratorium, tägl. — **Holde**: Untersuchung pflanzlicher und tierischer Öle, Fette und Wachse, 2; Übungen in organisch-technischen Materialprüfungen (Fette, Öle, Wachse, Firnisse), 2. — **Traube**: Physikalische Chemie, 2; Physikalisch-chemische Übgn., 3; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 1. — **Arndt**: Ausgewählte Teile der physikalischen Chemie, 1. — **Börnstein**: Ausgewählte Kapitel der technisch-chemischen Analyse, 2. — **Frölich**: Einleitung in die Elektrotechnik für Chemiker, 1. — **Junghahn**: Technologie der Proteinstoffe: Albuminoide (Leder-, Leim-, Gelatinefabrikation u. s. w.), mit Exkursionen, 2. — **Jurisch**: Übgn.

im Entwerfen von chemischen Anlagen, 4; Luftrecht, 1. — **Köthner**: Grundlagen der Laboratoriumspraxis I und II, für Anfänger, 3; Probleme der anorganischen Chemie, 1. — **Kühling**: Repetitorium der organischen Chemie, 2. — **Simonis**: Repetitionen aus der organischen Chemie in Form von Kolloquien, 2; Organisch-chemische Arbeitsmethoden, 1; Organisch-chemische Analyse, 1. — **Stavenhagen**: Einführung in die Experimentalchemie, 2. — **Voswinckel**: Einführung in die organische Chemie, 2. — **Wolffenstein**: Die Chemie der Alkaloide, 2. —

**Hettner**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Theorie der Raumkurven und Flächen, 1. — **Dziobek**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Haentzschel**: Elemente der Differential- und Integralrechnung und der analytischen Geometrie, 4. — **Hauck**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5. — **Hertzer**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5. — **Jolles**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5; Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **Lampe**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Bestimmte Integrale und Differentialgleichungen, 2. — **Steinitz**: Potentialtheorie, 2; Funktionentheorie I, 2; Niedere Analysis und Algebra, 2; Synthetische Geometrie, 2. — **Cranz**: Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **Hessenberg**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Jahnke**: Die Vektoren und ihre Anwendung auf Probleme der Mechanik und mathematischen Physik, 2; Repetitorium über analytische Geometrie, über Differential- und Integralrechnung und über Differentialgleichungen, 2. — **R. Müller**: Differential- und Integralrechnung, 4. —

## Universität Bern.

**Forster**: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Wärme, 6; Repetitorium der Physik, 2; Theoretische Optik, 1 *g*; Physikalisches Praktikum, 4. — **Gruner**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 3; Die neuen Strahlungen, 1; Allgemeine Beschreibung der Gestirne, 1. —

**Friedheim**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Qualitative und quantitative Analyse (Metalle), 2; Anorganisch-chemisches Praktikum (Halbpraktikum), tägl. ausser Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum für Mediziner, 8; Übungen in der technischen Gasanalyse, 3; Chemisches Seminar (mit v. Kostanecki), 2. — **v. Kostanecki**: Organische Chemie II, 5; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Schaffer**: Chemische Technologie der Nahrungs- und Genussmittel, 2; Praktikum im Laboratorium für Lebensmitteluntersuchung. — **Tambor**: Die Chemie der Alkaloide, 2; Repetitorium der Chemie der Fettkörper, für Chemiker und Mediziner, 1. — **Mai**: Anorganisch-chemische Arbeiten im Privatlaboratorium; Repetitorium der anorganischen Chemie, 1; Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie, 1; Chemische Berechnungen, 1. — **Ephraim**: Kolloquium über Themata aus der anorganischen Chemie II, 2. —

**Graf**: Kugelfunktionen mit Repetitorium, 3; Besselsche Funktionen mit Repetitorium, 3; Gammafunktionen und Bernoullische Funktionen mit Repetitorium, 3; Elliptische Funktionen mit Repetitorium, 3; Differential- und Integralrechnung, 2; Differentialgleichungen I, 2; Renten- und Versicherungsrechnung, 2; Mathematisches Seminar (mit Huber), 2; Mathematisch-versicherungswissenschaftliches Seminar (mit Moser), 2. — **Ott**: Integralrechnung, 2; Analytische Geometrie II, 2; Differentialgleichungen (Fortsetzung), 1. — **Huber**: Sphärische Astronomie I, 2; Theorie der Enveloppen und Brennlinien, 2. — **Benteli**: Darstellende Geometrie: Kurven, Strahlenflächen, reguläre Polyëder, 2, Übungen und Repetitorium, 2; Praktische Geometrie I, 1; Konstruktive Perspektive, 1. — **Crelier**: Répétitions de Géométrie, 2; Synthetische Geometrie des Raumes, 2. —

## Universität Bonn.

**Kayser**: Experimentalphysik I: Mechanik, Wärme, Akustik, 5; Physikalisches Laboratorium für Anfänger (mit Konen und Eversheim), 8, für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Lorberg**: Elektrostatik und Lehre vom Magnetismus, 4; Theorie des Potentials, 2 *g*. — **Bucherer**: Thermodynamik, 2. — **Konen**: Theorie der optischen Instrumente, 2. — **Kaufmann**: Theorie des Magnetismus und der Elektrizität, 4, Übungen, 1 *g*; Die neuen Strahlen (Kathoden-, Röntgen- und Radiumstrahlen), 1 *g*. — **Pflüger**: Dispersion des Lichtes, 1. — **Eversheim**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2, Elektrotechnische Exkursionen (mit Konen), 1 Nachmittag *g*. —

**Anschütz**: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 6; Kolloquium über neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene, sowie Nahrungsmittelchemiker (mit Rimbach, Frerichs und Kippenberger), tägl., für Mediziner (mit Rimbach), tägl. ausser Sonnabend. — **Schroeter**: Cyklische Kohlenstoffverbindungen I: Aromatische Substanzen oder Benzolderivate, 3. — **Schmidt**: Grundzüge der Chemie organischer Stickstoffverbindungen, 1. — **Rimbach**: Spezielle anorganische Chemie: Metalle und seltenere Elemente, 2; Analytische Chemie I: Qualitative Analyse, 2; Theoretische Chemie I: Atom- und Molekulartheorie, Eigenschaften der Molekularaggregate, 2; Übungen in der technischen Gasanalyse, 2 *g*; Übungen in den wichtigsten physikalisch-chemischen Messmethoden, 3 *g*. — **Frerichs**: Alkaloide, 1 *g*. Pharmazeutische Chemie I (anorganisch), 3; Toxikologie (Ausmittelung von Giften), 1. — **Kippenberger**: Chemie und Technologie der Nahrungs- und Genussmittel II, 2; Technik der elektrochemischen Prozesse, 2. — **Binz**: Chemische Technologie, anorganischer Teil, mit Exkursionen, 2. — **Laar**: Photographie II, 2; Photographisches Praktikum, 16 *g*. — **Löb**: Physikalische Chemie II: Verwandtschaftslehre, Thermochemie, Elektrochemie, Photochemie, 2; Organische Elektrochemie, 1; Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie für Mediziner und Biologen, 1 *g*; Elektrochemisches Praktikum für Vorgeschrittene, 21 *g*. —

**Kortum**: Algebra, 4; Quadratische Formen, 2; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Mathematisches Seminar (mit Study und Heffter), 14tägig, 2 *g*; — **Heffter**: Differential- und Integralrechnung II, 4; Darstellende Geometrie: Grund- und Aufrissverfahren, mit Zeichenübungen, 5. — **Study**: Analytische Geometrie II, 4; Mechanik I, 3; Geometrische Übungen für Anfänger, 1 *g*. — **Küstner**: Theorie der Bahnbestimmung der Kometen und Planeten, 3; Topographie des Sonnensystems, 1; Praktische Übungen im astronomischen Beobachten (mit Mönnichmeyer). — **Mönnichmeyer**: Mechanik des Himmels, 2. —

## Technische Hochschule Braunschweig.

**Weber**: Physikalisches Praktikum (mit Prümm); Experimentalphysik, 4; Mechanische Wärmetheorie, 2; Elektrizitätslehre, 2. — **Peukert**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2; Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2; Elektrotechnisches Praktikum (mit Cruse), 6; Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium (mit Cruse). — **Mosler**: Die elektrische Ausrüstung der Hebezeuge, 2. — **Harting**: Wissenschaftliche Photographie, 2. — **Franke**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Dampfmaschinenbau, 4, Übungen, 8; Berechnung und Bau der Dampfturbinen, 1; Pumpmaschinenbau, Gebläse- und Kompressorenbau, Übungen, 8. — **Friedmann**: Theorie und Konstruktion der hydraulischen Motoren, 4; Maschinenelemente, 4, Übungen, 8. — **Denecke**: Heizung und Lüftung, 2; Berechnung und Bau der Hebemaschinen, 3, Übungen, 4; Eisenbahnmaschinenbau, 3, Übungen 4; Technische Mechanik I, 3, Übungen, 1, Repetition, 1. — **Preuss**: Maschinenzeichnen, 6. — **Schöttler**: Kinematik, 1; Angewandte Wärmemechanik, 3; Mechanisches Laboratorium (mit Preuss) I, für Anfänger, 4, II, für Fortgeschrittenere; Technische Mechanik II, 4, Übungen, 1, Repetition, 1. — **Lüdicke**: Allgemeine mechanische Technologie, 2; Fabrikanlagen und Werkstatteinrichtungen, 2; Werkzeugmaschinen, 2, Übungen, 3; Spinnerei, 2; Weberei, 2; Technologische Übungen, 2. —

**R. Meyer**: Unorganische Experimentalchemie, 5; Chemie der organischen Farbstoffe, 3; Arbeiten im Laboratorium für analytische und technische Chemie (mit Biehringer und Spengler); Chemisches Kolloquium (mit Bodländer), *g*. — **Biehringer**: Analytische Chemie für technische Chemiker, 2; Stöchiometrische Rechnungen, 1; Chemisch-technische Rechnungen, 1. — **Bodländer**: Physikalische Chemie, 2; Metallurgie, 2; Grundzüge der Chemie, 3; Arbeiten im Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie (mit

Lucas). — **Reinke**: Chemische Technologie II, erster Teil, ausführlich Stärke- und Gärungstechnik und Molkerei, 6; Technisch-chemische Analyse, 2; Untersuchungsmethoden auf dem Gebiete der Stärke- und Gärungstechnik und Molkerei, 2; Arbeiten im Laboratorium für chemische Technologie II und landwirtschaftlich-chemische Gewerbe (mit Streitwolf); Besprechungen aus dem Gebiete der chemischen Technologie II, monatlich, 2 *g*. — **Beckurts**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2; Gerichtliche Chemie, 1; Massanalyse, 1; Pharmazeutische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium für pharmazeutische Chemie und Nahrungsmittelchemie (mit Troeger und Frerichs). — **Troeger**: Analytische Chemie, für Pharmazeuten, 2; Chemie der Benzolderivate, 2; Repetitorium der anorganischen und organischen Chemie, für Pharmazeuten, 2. —

**Dedekind**: Elemente der Zahlentheorie, 1; Theorie der Fourierschen Reihen, 2. — **Fricke**: Analytische Geometrie und Algebra, 3; Differential- und Integralrechnung I, 5, Übungen, 2, II, 2; Grundzüge der höheren Mathematik, für Architekten und technische Chemiker, 2. — **Müller**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Geometrie der Lage, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Theorie der Kurven und Flächen, 2. — **Wernicke**: Statik starrer und elastisch-fester Körper, für Architekten, 4, Übungen, 2. — **Koppe**: Geodösie I, 2, Übungen, 2; Ausgleichungsrechnung I, mit Berechnungen, 2, Übungen, 4; Geodätisches Praktikum (mit Bohlan), 3; Planzeichnen (mit Bohlan), 2. —

## Universität Breslau.

**O. E. Meyer**: Experimentalphysik II: Elektrizität, Magnetismus, Wärme, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium für Geübtere, tägl. — **Neumann**: Theoretische Optik, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Schaefer), 3 od. 6; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2 *g*. — **Schaefer**: Theoretische Mechanik, 4; Beziehungen zwischen Elektrizität, Magnetismus und Licht, experimentell, 1 *g*. —

**Ladenburg**: Organische Experimentalchemie, 5; Praktisch-chemische Kurse, a) für Mediziner, 5, b) für Landwirte, 6; Chemisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*; Praktisch-chemische Übungen, ganz- und halbtägig. — **Abegg**: Physikalisches und physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Neumann), *g*; Physikalische Chemie I: Theorie der Lösungen, Verwandtschaftslehre, Phasenlehre, 2, mit mathematischen Ergänzungsstunden; Elektrochemisches Praktikum (mit J. Meyer), 3. — **Herz**: Analytische Chemie, 2; Massanalyse, 1; Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen Chemie: Thermochemie, Photochemie und Stereochemie, 2. — **J. Meyer**: Spezielle anorganische Chemie, 2; Einführung in die Thermodynamik, für Naturwissenschaftler, 2. — **Gadamer**: Organische Experimentalchemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, 6; Ausmittelung der Gifte, 1; Praktisch-chemische Übungen mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, der forensischen Chemie und der Nahrungsmittelchemie, tägl.; Kleines chemisches Praktikum, 6; Prüfung der Arzneimittel, 1 *g*. — **Ahrens**: Die Anwendungen des elektrischen Stromes in den chemischen und metallurgischen Industrien, 3; Die Technologie der Kohlehydrate (Zucker- und Stärkefabrikation), mit Exkursionen, 2; Praktische Übungen und Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. ausser Sonnabend; Technische Gasanalyse, 1; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie, 1 *g*; Praktischer Kursus in chemisch-technischen, gasanalytischen und elektrochemischen Untersuchungsmethoden, Sonnabend; Landwirtschaftliche Technologie, mit Exkursionen, 1. —

**Rosanes**: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Einführung in die Theorie der Differentialgleichungen, 2; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 1 *g*. — **Sturm**: Geschichte der Mathematik, 1; Zahlentheorie, 3; Polyeder, 3; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g*. — **London**: Differentialrechnung und Elemente der Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. — **Franz**: Niedere und höhere Geodäsie, 4; Ausgleichung der Beobachtungsfehler, 1; Spektralanalyse, Photographie und Photometrie der Gestirne, 2; Astronomisches Kolloquium, 1 *g*. —

## Technische Hochschule Brünn.

**Jaumann**: Physik, 5, Korrepetitionen, 1; Physikalisches Praktikum, 3. — **Szarvassi**: Grundzüge der Physik, 3. — **Zickler**: Allgemeine Elektrotechnik, 5; Elektrotechnisches Praktikum II, 8. — **Niethammer**: Bau elektrischer Maschinen II, 3; Projektierung elektrischer Anlagen, 2; Elektrotechnische Konstruktionsübungen I, 2, II, 2, III, 2. — **Schiel**: Allgemeine Maschinenkunde I, 4. — **Musil**: Maschinenbauelemente, 4, Konstruktionsübungen, 6; Maschinenlehre und Maschinenbau I, 5, Konstruktionsübungen, 6; Technisches Zeichnen (Maschinenzeichnen), 6. — **Wellner**: Maschinenlehre und Maschinenbau II: Theorie und Bau der Wärmemotoren II, 7; Konstruktionsübungen für Maschinenbau II, 14. — **Hellmer**: Mechanik II: Dynamik und Hydraulik, 4, Übungen, 1; Analytische Mechanik, 3; Enzyklopädie der Mechanik, 4. — **Neumann**: Grundzüge der Elastizitäts- und Festigkeitslehre, 4, Übungen, 1. —

**Habermann**: Anorganische Chemie, 6; Analytische Chemie II (spezielle analytische Methoden), 2; Chemische Übungen I, 10, II, 20. — **Ehrenfeld**: Massanalyse, 2. — **Frenzel**: Elektrochemie I: Theoretischer Teil, 3; Elektrochemisches Praktikum, 3. — **Hönig**: Agrikulturchemie, 3; Chemische Übungen III, 10; Chemie der Tier- und Pflanzenstoffe, 3; Enzyklopädie der technischen Chemie, 3. — **Donath**: Chemische Technologie I, 6, III, $1^1/_2$, Übungen, 20. — **Weinreb**: Spezielle Färberei und Zeugdruckerei, mit Übungen, 2. — **Ulrich**: Chemische Technologie der Teerfarbstoffe I, 2, Praktikum. — **Haussner**: Mechanische Technologie I: Metalle und Holz, 5, II: Spezielle Technologie der Faserstoffe, 3; Mechanische Bautechnologie, 2. —

**Waelsch**: Mathematik I, 1. Teil, 7, Korrepetitionen, 2 u. 1. — **Biermann**: Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik: Mathematik II, 3, Korrepetitionen, 1; Mathematische Näherungsmethoden, 2; Über doppeltperiodische Funktionen, 1. — **Fischer**: Algebraische Gebilde, 2; Mathematische Übungen, 1. — **Rupp**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 6, Übungen, 8. — **Obenrauch**: Geschichte der Geometrie, 1. — **Prastorfer**: Technisches Zeichnen, 6. — **Niessl v. Mayendorf**: Niedere Geodäsie, 6; Situationszeichnen: Plan- und Terrainzeichnen, 4 und $3^1/_2$; Sphärische Astronomie, 3. —

## Universität Czernowitz.

**Handl**: Experimentalphysik, 5 *g*. — **Tumlirz**: Theorie der Wärme, 5; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2 *g*. —

**Pribram**: Allgemeine Chemie I, 5; Chemische Übungen im Laboratorium für Anfänger, tägl. ausser Sonnabend. —

**Daublebsky v. Sterneck**: Differential- und Integralrechnung, 5; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Mathematisches Proseminar, 2 *g*. —

## Technische Hochschule Danzig.

**M. Wien**: Experimentalphysik: Mechanik, Wärme, Akustik, Optik, 5; Kleines physikalisches Praktikum, 8; Grosses physikalisches Praktikum, tägl. — **Dolezalek**: Einführung in das physikalische Praktikum, 1; Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, 2. — **Roessler**: Elektrotechnik II, 4; Elektrotechnisches Laboratorium, 9; Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 4; Konstruktion und Berechnung von elektrischen Maschinen und Leitungsnetzen (mit Simons), 2, Übungen, 4. — **Simons**: Elektrische Messkunde, 2. — **Schulze-Pillot**: Kraftanlagen und Energieverteilung, 2; Maschinenteile, 4, Übungen, 4; Maschinen mit Arbeitsrädern, 2, Übungen, 4; Maschinenkunde, 2, Übungen, 2. — **Lorenz**: Einführung in die Mechanik, 6, Übungen, 2; Festigkeitslehre, 2, Übungen, 2. — **N. N.**: Maschinenlehre, 5, Übgn., 6; Werkzeugmaschinen und Fabrikbetriebe, 2, Übungen, 4. — **N. N.**: Wärmemechanik, 4. — **Wagener**: Maschinenlaboratorium I und II, 4; Kolbenkraftmaschinen, 4, Übungen, 4; Arbeitsmaschinen, 2, Übungen, 2. — **N. N.**: Eisenbahnbetrieb, 2; Eisenbahnmaschinenbau, 4, Übungen 4; Lasthebemaschinen, Übungen, 4. —

**Ruff**: Anorganische Experimentalchemie, 4; Praktikum im anorganisch-chemischen und elektrochemischen Laboratorium, tägl. — **Wohl**: Organisch-chemische Technologie mit Ausschluss der landwirtschaftlichen Gewerbe, 4; Praktikum im organisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **Behrend**: Technologie der Gärungsgewerbe, 3; Zucker- und Stärkefabrikation, 3; Praktikum im Laboratorium für Nahrungsmittelchemie und landwirtschaftliche Gewerbe, tägl. —

**v. Mangoldt**: Höhere Mathematik I, 10 bezw. 4. — **Sommer**: Höhere Mathematik II, 3, Übungen, 1; Einführung in die Lehre von den Kartenprojektionen, 2. — **Schilling**: Darstellende Geometrie, 3, Übungen, 6. —

## Technische Hochschule Darmstadt.

**Schering**: Experimentalphysik: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, Wärme, Geometrische Optik, Wellenlehre des Lichtes, Akustik (für die Studierenden des Maschinenbaues, der Elektrotechnik und der Allgemeinen Abteilung), 5; Physikalisches Praktikum (mit Zeissig), 4 Nachmittage; Selbständige Arbeiten aus dem Gebiete der Physik; Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalisches Kolloquium (mit Zeissig), 1 *g*. — **Zeissig**: Experimentalphysik: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, Wärme, Akustik, Optik (für die Studierenden der Architektur, des Ingenieurwesens und der Chemie, einschliesslich Pharmazie), 4, Repetitorium (für Pharmazeuten), 1; Physikalische Mess- und Instrumentenkunde, 2 *g*. — **Rudolphi**: Einführung in das physikalische Praktikum, 1. — **Forch**: Ausgewählte Kapitel aus der Wellenlehre und der Akustik, 1 *g*. — **Meisel**: Theorie der optischen Instrumente I, 2. — **Fritsch**: Photographische Übungen mit einleitenden Vorträgen, 2. — **Kittler**: Allgemeine Elektrotechnik I, 2, II, 2, Übungen (mit Feldmann), 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit Wirtz und Sengel), halbtägig, tägl.; Selbständige Arbeiten für vorgeschrittenere Studierende; Elektrotechnisches Seminar, für vorgeschrittenere Studierende (mit Wirtz und Sengel), 1. — **Wirtz**: Elektrotechnische Messkunde II, 2; Elemente der Elektrotechnik, für Studierende des Maschinenbaues und der Chemie, 3; Elektrische Leitungsanlagen und Stromverteilungssysteme, 2, Übungen, 2. — **Sengel**: Konstruktion elektrischer Maschinen und Apparate, 2, Übungen, 3; Projektieren elektrischer Licht- und Kraftanlagen, 2, Übungen, 2. — **Feldmann**: Elektrischer Antrieb von Hebezeugen, 2; Synchrone Motorengeneratoren und Umformer, 1; Elektrische Lichtquellen- und Beleuchtungsanlagen, 1. — **Fehmer**: Elektrische Strassenbahnen, 1. — **v. Roessler**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 3; Mechanische Technologie I, 2, II, 2; Werkzeugmaschinen, 2; Heizung und Lüftung, 2. — **Lincke**: Maschinenelemente, 3, Konstruktionsübungen, 9; Zeichen- und Konstruktionsübungen in Maschinenelementen, 3; Kinematik I, 2, II, 1; Maschinenelemente und Kinematik (Ausgewählte Kapitel), 1 *g*. — **Berndt**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Baumaschinenzeichnen, 3; Ausgewählte Abschnitte aus der Festigkeitslehre, 2; Gasmotoren, 2. — **Gutermuth**: Dampfmaschinen, 6; Konstruktionsübungen, 6. — **Pfarr**: Hebemaschinen, 2; Wasserkraftmaschinen, 4; Wasserwerksbauten, 2; Konstruktionsübungen zu Hebemaschinen, Wasserkraftmaschinen und Fabrikanlagen, 6. — **Beck**: Gewichts- und Kostenberechnungen der Maschinenfabrikation, 1. —

**Staedel**: Anorganische Experimentalchemie, 4; Chemisches Praktikum (mit Kolb, Keppeler und O. Richter), tägl. ausser Sonnabend. — **Kolb**: Anorganische Chemie II: Spezieller Teil, 2; Analytische Chemie II: Quantitative Analyse, einschliesslich Massanalyse, mit Berücksichtigung der in der Pharmazie und Technik gebräuchlichen Methoden, 2; Analytische Chemie der seltenen Elemente, 1; Kolloquium über organische Chemie, 1. — **Finger**: Organische Experimentalchemie, 5, Kolloquium, 1; Praktikum im Laboratorium für organische Chemie (mit Schwalbe), tägl. ausser Sonnabend; Farbstoff- und Färbereipraktikum (mit Schwalbe). — **N. N.**: Elemente der Agrikulturchemie, 2. — **Keppeler**: Neuere Fortschritte der anorganischen Chemie, 1 *g*. — **Schwalbe**: Zwischenprodukte der Teerfarbenfabrikation, 1 *g*. — **Heyl**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 2; Pharmakognosie, 3, Übungen, 2; Pharmazeutische Gesetzeskunde, 1; Mikroskopische Untersuchungen vegetabilischer Nahrungs- und Genussmittel, Übungen. — **Dieffenbach**: Elektrochemie, 2; Chemische Technologie, 4; Elektrochemisches Kolloquium (mit Neumann und Winteler), 1 *g*.; Chemisches Praktikum für Elektrochemiker (mit Neumann, Winteler und Moldenhauer), tägl. ausser Sonnabend; Elektrochemisches Praktikum (mit Neumann, Winteler und Moldenhauer), tägl. ausser Sonnabend; Grundzüge der Eisenhüttenkunde, für die Studierenden des Maschinenbaues, 1; Chemisch-technisches Praktikum (mit Neumann und Winteler), tägl. ausser Sonnabend. — **Neumann**: Gasanalytische Methoden, mit Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Elektrochemie, 1 *g*.; Die Nutzmetalle, 1 *g*. — **Vaubel**: Theoretische Chemie I, 2, Übungen, 3; Stöchiometrische Berechnungen, Übungen, 1; Die physikalischen und chemischen Methoden der quantitativen Bestimmung organischer Verbindungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Technik organischer Verbindungen, 1. — **Sonne**: Chemisch-technische Untersuchung der Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände, mit Demonstrationen und Exkursionen, 2; Geologische und chemisch-technische Vorarbeiten für die Trinkwasserversorgung (mit Steuer), mit Demonstrationen und Exkursionen, 2. — **Weller**: Untersuchungen von Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen, 1, Übungen, 8; Anleitung zu den mikroskopischen und bakteriologischen Untersuchungen von Nahrungs- und -Genussmitteln, von Wasser, sowie von pathologischen Sekreten und Exkreten (mit Heyl), Übungen. —

**Graefe**: Höhere Mathematik für Architekten, Chemiker, Elektrochemiker und Geometer, 3, Übungen, 2; Geschichte der Mathematik, 1. — **Fenner**: Trigonometrie, 3; Geodäsie, 4; Geodätische Übungen, 4; Ausarbeitung der geodätischen Vermessungen, 2; Planzeichnen, 4. — **Gundelfinger**: Höhere Mathematik I, für Ingenieure, Maschinenbauer und Elektrotechniker, 3, Übungen, 2; Variationsrechnung, 1. — **Dingeldey**: Höhere Mathematik I, für Ingenieure, Maschinenbauer und Elektrotechniker, 5, Übungen, 4, II, 2, Übungen, 1. — **Scheffers**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6. — **Wiener**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6, II, 1, Übungen, 2; Arbeiten im mathematischen Institut, 3. — **Gast**: Praktische Geometrie, für die Studierenden der Architektur und des Maschinenbaues, 2; Über die Figur der Erde, 2 *g*. — **Henneberg**: Technische Mechanik, 3, Übungen (mit Graefe), 2; Mechanik II, 6, Übungen (mit Graefe), 3; Hydrodynamik, 1. — **Schlink**: Übungsbeispiele aus dem Gebiete der Mechanik I und II, 1; Massenausgleich bei Schiffsmaschinen und andere technisch wichtige Aufgaben der Dynamik, 1. —

## Technische Hochschule Dresden.

**Hallwachs**: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum I (mit Toepler), 6 oder 3, II (mit Toepler), für Fortgeschrittene, 9; Praktikum für grössere physikalische Arbeiten, 20; Physikalisches Kolloquium, Referate über neue Arbeiten (mit Helm), 1 *g*. — **Toepler**: Elektromagnetische Lichttheorie, 1; Spektralanalyse, 1. — **Krone**: Theorie und Praxis der Photographie nebst Kolloquium über wissenschaftliche Photographie, 2; Lichtpausen, 2 *g*. — **Gravelius**: Meteorologie, 2. — **Görges**: Allgemeine Elektrotechnik I, 2; Elektrische Starkstromanlagen, mit Übungen, 4; Elektrotechnische Übungen für Geübtere, 12, für Maschineningenieure und Chemiker, 4; Grössere elektrotechnische Spezialarbeiten, 20; Elektrotechnisches Kolloquium (mit Kübler), 2 *g*. — **Kübler**: Dynamomaschinen I A, 2; Entwerfen von Dynamos, Starkstromapparaten, elektrischen Fahrzeugen und Bahnen, Übungen, für Elektroingenieure, 6, für Maschineningenieure, 3; Elektrische Bahnen und Fahrzeuge I, 2. — **Ulbricht**: Telegraphie und Telephonie, 2 *g*. — **L. Lewicki**: Dampfmaschinen I, 4; Dampfkessel, 3; Lokomotiven, 2; Maschinenkonstruieren für Maschineningenieure, 10, für Elektroingenieure, 5; Arbeiten im Maschinenlaboratorium A: Dampf- und Wassermaschinen (mit E. Lewicki), 3; Grössere Arbeiten im Maschinenlaboratorium A, 20. — **Mollier**: Technische Thermodynamik: Grundsätze und Anwendung auf die Dampfmaschine, 4; Technische Thermodynamik, Seminaristische Übungen, 1; Kinematik, 2, Übgn., 3; Übungen im Maschinenlaboratorium B, 4; Grössere Arbeiten im Maschinenlaboratorium B, 24. — **Ernst Müller**: Allgemeine mechanische Technologie II, 3; Technologisches Praktikum für die Faserstofftechnik, 20; Spinnerei, 3. — **Scheit**: Dynamometrische Untersuchung von Getrieben, Kraftfahrzeugen, Übungen, 2; Untersuchung von Baumaterialien II, Übungen, 3. — **Fischer**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Eisenbahnmaschinenwesen, 3; Skizzieren für die Chemische Abteilung, 4, für die Mechanische Abteilung, 4. — **Buhle**: Maschinenelemente, 5; Maschinenkonstruieren, 10; Hebemaschinen, 2. — **E. Lewicki**: Einführung in die Theorie und Konstruktion der Dampfturbinen, mit Experimenten und Demonstrationen im Maschinenlaboratorium A, 2; Die Herstellungs- und Betriebskosten von Kraftmaschinenanlagen, 1. —

**Hempel**: Chemische Grossindustrie, 2; Gasanalyse, 1; Metallurgie, 2; Anorganisch-chemisches Praktikum a) quali-

tative Analyse, 12, b) quantitative Analyse, technische Titriermethoden, Gasanalyse, ganztägig, tägl. ausser Sonnabend. — **v. Meyer**: Organische Chemie, 5; Kolloquium (freie Vorträge über wichtige Probleme der Chemie (mit v. Walther), 1 *g*; Organisch-chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl. ausser Sonnabend. — **Möhlau**: Chemie der Textilindustrie: Gewinnung der Spinnfasern und ihre Veredelung durch Bleicherei, Färberei, Zeugdruck und Appretur, 3; Chemie und chemische Technologie der organischen Farbstoffe II, 2; Praktikum für Farbenchemie, 8, für Färbereitechnik, halbtägig, tägl. ausser Sonnabend, für grössere Arbeiten auf dem Gebiete der Farbenchemie bezw. Färbereitechnik, ganztägig, tägl. ausser Sonnabend. — **F. Foerster**: Elektrochemie, ihre Theorie und technische Anwendung, 2; Physikalische (theoretische) Chemie II, 3; Praktikum für Elektrochemie, 8, für grössere Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrochemie und physikalischen Chemie, ganztägig, tägl. ausser Sonnabend. — **Renk**: Nahrungsmittelchemie, 2; Wohnungshygiene, 1; Übgn. im Untersuchen von Nahrungs- und Genussmitteln, ganztägig, tägl. ausser Sonnabend; Praktikum für Nahrungsmittelchemiker, halbtägig, tägl. ausser Sonnabend. — **Erich Müller**: Qualitative Analyse an Hand der Lehre von den Ionen und des Massenwirkungsgesetzes, 1. — **v. Walther**: Chemie der Zuckerarten, 2. — **Bucherer**: Einführung in das allgemeine Patentwesen, 1; Die organischen Heilmittel, ihre physiologisch-chemische Grundlage, Synthese und Anwendung, 1. — **Lottermoser**: Titriermethoden, 1. —

**Rohn**: Darstellende Geometrie II, 4, Übungen, 6; Kegelschnitte, 1. — **Fuhrmann**: Anwendungen der Differential- und Integralrechnung, 2; Vermessungslehre, 2; Geodätisches Zeichnen, 2. — **Helm**: Analytische Geometrie II, 3, Übgn., 1; Potentialtheorie, 2; Ausgewählte Kapitel aus der mathematischen Physik, mit Übungen, 1; Wahrscheinlichkeitstheorie, 1. — **Krause**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1; Höhere Algebra, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Naetsch**: Analytische Theorie der Kurven und Flächen, 2. — **Grübler**: Technische Mechanik I, für Bau-, Maschinen- und Elektroingenieure, 2, III, 4, Übungen, 1. — **Pattenhausen**: Geodäsie I, 3, Übungen, 2, II, 2, Übungen, 2; Höhere Geodäsie, 2, Übungen, 2; Geodätische Ausarbeitungen für Bauingenieure, 2, für Vermessungsingenieure, 4; Geodätische Rechenübungen, 2; Skizzieren geodätischer Instrumente, 2; Seminaristische Übungen für Geodäten, 2; Katastervermessung I, Übungen, 2; Planzeichnen I 2. —

## Universität Erlangen.

**Wiedemann**: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 2; Physikalisches Halbpraktikum, 20; Physikalisches Vollpraktikum, 40; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Schmidt**: Einführung in die mathematische Behandlung naturwissenschaftlicher Probleme, 2; Anwendung der Differentialgleichungen auf physikalische Fragen, 1 *g*; Populäre Astronomie mit Demonstrationen und Lichtbildern, 1 *g*. — **Wehnelt**: Theoretische Physik II: Elektrizität und Optik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen (mit Schmidt), 2 *g*. —

**Fischer**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (mit Busch), a) Halbpraktikum, 20, b) Vollpraktikum, 40; Praktikum für Mediziner (mit Busch u. Gutbier), 4. — **Paal**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 3; Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln, 2; Chemisches Praktikum, a) Vollpraktikum, 44, b) Halbpraktikum, 24 bzw. 20; Praktischer Kurs für Studierende der Pharmazie, 20; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungs- und Genussmittel, a) Vollpraktikum, 44, b) Halbpraktikum, 24 bzw. 20. — **Busch**: Qualitative und quantitative chemische Analyse I: Metalle, 2; Kolloquium über neuere chemische Litteratur (mit Jordis und Gutbier), 1 *g*. — **Henrich**: Neuere theoretische Ansichten in der organischen Chemie, 2. — **Jordis**: Die Lehre von der chemischen Konstitution und ihrer Bestimmung (chemische Statik), 1; Elektrochemisches Praktikum, a) für Anfänger: Analyse, 3, b) für Fortgeschrittene: Präparate, 5, c) Halb- und Ganzpraktikum, 20 und 40; Chemisches Seminar II, 3. — **Gutbier**: Gasanalyse mit Übungen, 2; Chemisches Seminar I für Chemiker und Pharmazeuten, 2. —

**Gordan**: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Invarianten, 4; Übungen im Seminar, 3 *g*. — **Noether**: Differential- und Integralrechnung I, 4; Einleitung in die analytische Mechanik, 3; Differentialgeometrie, 2; Mathematische Übungen, *g*. —

## Universität Freiburg i. Br.

**Himstedt**: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Übungen aus der theoretischen Physik, 1 *g*.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*.; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Praktikum, für Studierende der Naturwissenschaften an 2, für Mediziner und Pharmazeuten an 1 Nachmittag, 15. — **Koenigsberger**: Optik, 2; Physikalische Grundlagen der Ionen- und Elektronenhypothese (ohne Anwendung höherer Mathematik), 1. — **G. Meyer**: Elektrochemie, 2; Theorie der elektromotorischen Kräfte, 1; Elektroanalyse, mit Übungen, 1 *g*.; Physikalisch-chemisches Übungspraktikum, 1 Vormittag; Selbständige physikalisch-chemische Arbeiten für Geübtere. —

**Gattermann**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum (mit Willgerodt), tägl. ausser Sonnabend. — **Willgerodt**: Organische Experimentalchemie, 4; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 1; Anorganische Technologie, 2. — **Edinger**: Repetitorium der organischen Chemie (mit sich anschliessendem Kolloquium), 2. — **Fromm**: Über qualitative Analyse, 1; Repetitorium der anorganischen Chemie für Mediziner, 2. — **Müller**: Qualitative Analyse, 1; Ionentheorie und Theorie der Lösungen (elementar behandelt), für Anfänger, 1. — **Meigen**: Gewichtsanalyse, 2; Praktische Übungen im Bestimmen von Mineralien auf chemischem Wege, 2; Praktische Übungen in der Gasanalyse, 2. —

**Lüroth**: Theorie der Funktionen einer komplexen Veränderlichen, 4; Populäre Astronomie, 2; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Stickelberger**: Analytische Geometrie der Ebene und Differentialrechnung, 5, Übungen, 2; Politische Arithmetik, 2. — **Loewy**: Analytische Geometrie des Raumes, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Seith**: Einführung in die algebraische Analysis, 2. —

## Universität Giessen.

**Drude**: Experimentalphysik II: Optik, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum, 6; Praktikum für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2. — **Fromme**: Elektromagnetische Theorie des Lichts, 4; Ausgleichungsrechnung und Elemente der höheren Geodäsie, 3. — **Schmidt**: Elektrische Schwingungen, 2. —

**Naumann**: Anorganische Experimentalchemie, $5^1/_4$; Praktische Übungen und Untersuchungen im chemischen Laboratorium, tägl.; Untersuchung von Nahrungsmitteln und technischen Erzeugnissen (mit Thomae), tägl.; Chemische Übungen für Mediziner, tägl. — **Schroeder**: Analytische Chemie II, 2; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Chemie, mit Exkursionen, 2; Grundlehren der physikalischen Chemie mit Demonstrationen, 2. — **Thomae**: Pharmazeutisch-chemische Präparate II, 2; Untersuchung von Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen, 2. — **Elbs**: Chemisches Praktikum, tägl.; Elektrochemisches Praktikum, tägl.; Chemische Übungen für Mediziner (mit Brand), 5; Chemisches Kolloquium, $1^1/_2$; Elektrochemie, theoretisch und experimentell, 2. — **Brand**: Heterozyklische Verbindungen, 2. —

**Pasch**: Differential- und Elemente der Integralrechnung, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Geometrie der Ebene, 3; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, $1^1/_2$. — **Netto**: Analytische Mechanik, 4; Elliptische Funktionen, 3; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, $1^1/_2$. — **N. N.**: Darstellende Geometrie I, mit Übungen, 6; Einleitung in die synthetische Geometrie, 2. —

## Universität Göttingen.

**Riecke**: Experimentalphysik II, 3; Physikalische Übungen im Laboratorium, 8; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, 48 *g*.; Ausgewählte Teile der Wärmelehre, 1 *g*. — **Voigt**: Einführung in die Vektoranalysis und Mechanik, 3, Übungen, 1 *g*.; Theorie und Anwendung des Potentials, 4; Physikalische Übungen im Laboratorium, 4; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, 48 *g*. — **Simon**: Magnetismus, 2; Elektrotechnik, 1; Elektrotechnisches Praktikum, 3; Telephonie, 1 *g*.; Physik und Weltanschauung, 1 *g*.; Selbständige Arbeiten, 48.

— **Stark**: Theoretische Ergänzungen zum physikalischen Praktikum, 1. — **Bose**: Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, 3; Grundzüge der Maxwellschen Theorie, 2; Übungen in der Selbstanfertigung und Handhabung von Demonstrationsapparaten, 3. — **Wiechert**: Einführung in das Vermessungswesen II, 4; Vermessungswesen, 1 *g.*; Physik der Erdrinde, 1 *g.*; Geophysikalisches Praktikum, *g.* — **Prandtl**: Ausgewählte Teile der technischen Physik, 2; Maschinenpraktikum, 5; Selbständige Arbeiten Vorgeschrittener, 48 *g.* — **Nernst**: Physiko-chemische Arbeiten und Übungen, tägl.; Verwandtschaftslehre, 3; Neuere Atomistik, 1 *g.*; Physiko-chemisches Kolloquium, 1 *g.* — **Coehn**: Angewandte Elektrochemie, 2; Elektrochemische Übungen, 2. —

**Wallach**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum, 20 und 30; Chemisches Kolloquium, 1 *g.* — **Tammann**: Die Lehre vom Gleichgewicht heterogener Systeme in Anwendung auf die anorganische Chemie, 1; Praktikum der anorganischen Chemie für Vorgeschrittene, 20; Neuere Forschungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, 1 *g.* — **Tollens**: Technische Chemie für Landwirte, 3; Praktikum im agrikultur-chemischen Laboratorium, 30 *g.* — **Polstorff**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 4; Untersuchung der Nahrungsmittel, 2; Chemisches Kolloquium für Pharmazeuten, 2 *g.* — **Fischer**: Chemische Technologie, 2; Technologische Tagesfragen, 1 *g.* — **Kötz**: Auf- und Abbau organischer Verbindungen, 1. — **v. Braun**: Entwicklungsgeschichte der chemischen Theorien, 2; Chemische Tagesfragen, 1 *g.* — **Borsche**: Chemie der Teerdestillationsprodukte, 3. — **Biltz**: Über Stickstoff und seine anorganischen Verbindungen, 1; Über Kolloide, 1. —

**Klein**: Mathematischer Unterricht an den höheren Schulen, 4; Elastizitätslehre, 2 *g.* — **Hilbert**: Variationsrechnung, 4; Bestimmte Integrale, 2; Übungen zur Mechanik, 2 *g.* — **Schwarzschild**: Astrophysik, 2; Theorie der optischen Instrumente, 2; Astronomisches Kolloquium, 1 *g.*; Elastizitätslehre (mit Klein), 2 *g.* — **Minkowski**: Differential- und Integralrechnung II, 4, Übungen, 1; Analysis situs, 2; Übungen zur höheren Mechanik (mit Hilbert), 2 *g.* — **Brendel**: Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3; Übungen im Seminar für Versicherungswissenschaft, 1 *g.*; Einführung in die Versicherungsrechnung, 2. — **Ambronn**: Theorie der Kometen und Planeten, 3; Übungen an den Instrumenten der Sternwarte, tägl.; Berechnung von Kometen- und Planetenbahnen, 3 *g.* — **Zermelo**: Einleitung in die Theorie der algebraischen Gleichungen, 4. — **Blumenthal**: Reihenentwicklungen der mathematischen Physik, 3. —

## Universität Graz.

**Pfaundler**: Experimentalphysik, 5; Physikalische Übgn., 12; Geschichte der Physik, 1 *g.* — **Streintz**: Masse und Messmethoden der Elektrizität, 2. — **Wassmuth**: Über Elektrizität und Magnetismus, 5; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 3 *g.* — **Richter**: Meteorologie und Klimatologie, 3. —

**Skraup**: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4; Übungen für Vorgeschrittene, 20. — **Hofmann**: Ausgewählte Kapitel aus Chemie mit Experimenten, 1. — **Schrötter**: Pharmazeutische Chemie, 4; Chemie der heterozyklischen Verbindungen, 2. — **v. Hemmelmayr**: Organische Synthese, 1. —

**Frischauf**: Algebraische Analysis, 3; Analytische Geometrie, 2. — **Dantscher v. Kollesberg**: Allgemeine Arithmetik, Einleitung in die Analysis, 5; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Streissler**: Darstellende Geometrie: Centrale Projektion, 3. — **Hillebrand**: Theorie der Präzession und Nutation, 3; Grundzüge der Mondbewegung, 1; Die Technik des numerischen Rechnens, 1. —

## Technische Hochschule Graz.

**v. Ettingshausen**: Physik: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, Wärme, Elemente der mechanischen Wärmetheorie, Magnetismus, Elektrizitätslehre, Optik, 5; Elektrotechnik, 3, Übungen, 8. — **Streintz**: Masse und Messmethoden der Elektrizität, 2; Wärmelehre, I: Thermodynamik, 2. — **Bartl**: Theoretische Maschinenlehre I, 2, IIa, $2^1/_2$, IIb, 2; Allgemeine Maschinenkunde I, 4. — **Bendl**: Maschinenbau Ia, 3, Übungen, 10, Ib, 3, Übungen, $10^1/_2$, IIb, 4, Übgn., 15. — **Forchheimer**: Enzyklopädie der Ingenieurwissenschaften, 3, Übungen, 3. — **Iberer**: Technisches Zeichnen für Hörer der Maschinenbauschule: Maschinenzeichnen, 4. —

**Emich**: Anorganische Chemie, 7; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, für Vorgeschrittene. — **Andreasch**: Qualitative chemische Analyse, 1; Laboratoriumsunterricht und Übgn. in der qualitativen chemischen Analyse, 18; Chemische Technologie der organischen Stoffe, 4; Laboratoriumsunterricht und Übungen in der Darstellung organisch-chemischer Präparate, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der organischen Chemie und der chemischen Technologie organischer Stoffe, für Vorgeschrittene. — **Benj. Reinitzer**: Quantitative chemische Analyse, 1; Laboratoriumsunterricht und Übungen in der quantitativen chemischen Gewichtsanalyse, 20; Chemische Technologie der anorganischen Stoffe, 4; Laboratoriumsunterricht und Übungen in der anorganisch-technisch-chemischen Analyse, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie und der chemischen Technologie anorganischer Stoffe, für Vorgeschrittene; Enzyklopädie der technischen Chemie, 2. — **v. Hemmelmayr**: Chemie der Kohlenhydrate, 2. —

**Hocevar**: Mathematik I, 6, Ubungen, 2. — **Stelzel**: Elemente der höheren Mathematik I, 4; Baumechanik I, 4, Übungen, 4; Theorie der eisernen Brücken, 4. — **Peithner v. Lichtenfels**: Mathematik II, 4, Übgn., 2. — **Schüssler**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Theorie der Kegelschnitte, 3; Seminarübungen aus darstellender Geometrie, 2. — **Wittenbauer**: Allgemeine Mechanik (einschliesslich der Elemente der graphischen Statik) I, 4, Übungen, 1; Enzyklopädie der Mechanik, 4; Technische Mechanik I: Theorie der Elastizität, 4. — **Klingatsch**: Niedere Geodäsie I: Elemente der niederen Geodäsie, 4; Höhere Geodäsie: Methode der kleinsten Quadrate, 4; Praktische Messübungen, a) Niedere Geodäsie: Zimmerübungen, b) Höhere Geodäsie: Übungen in der Anwendung der Ausgleichungen; Situationszeichnen, 4 und 2. —

## Universität Greifswald.

**König**: Experimentalphysik: Wärme, Elektrizität und Magnetismus, 4; Elementarmathematische Ergänzungen, 1 *g*; Physikalische Übungen für Studierende der Naturwissenschaften, 6; Leitung selbständiger physikalischer Untersuchungen, tägl.; Besprechungen über neuere physikalische Arbeiten (mit Mie), 2 *g.* — **Holtz**: Mechanik und Molekularphysik unter Mitberücksichtigung des Alltagslebens und der Technik, gemeinfasslich, experimentell, 1; Maschinen- und Gewitterelektrizität mit Einschluss der Funkeninduktion und ihrer Anwendungen, gemeinfasslich, experimentell, 1; Physik der Gestirne mit Experimenten und zeitweiser Beobachtung der Sterne, 2 *g.* — **Mie**: Theorie der Wärme, 4, Übungen, 1 *g.*; Kleines Praktikum für Mediziner und Pharmazeuten, 2. — **Schreber**: Übungen im Demonstrieren physikalischer Apparate, 1; Technische Mechanik II, 1, Übungen, 1 *g.* — **Berg**: Interferenz und Polarisation des Lichtes mit Versuchen (mit Übungen), 2; Lektüre einer Maxwellschen Abhandlung oder eines Abschnittes aus Faradays Experimentaluntersuchungen, 1 *g.* —

**Auwers**: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl., für Pharmazeuten und Nahrungsmittelchemiker (mit Scholtz), ganz- und halbtägig; Ausgewählte Kapitel der anorganischen Chemie, 5 *g.* — **Semmler**: Über ätherische Öle, 1; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1 *g.* — **Scholtz**: Pharmazeutische Chemie I, 2; Ausmittelung der Gifte, 2; Pharmazeutisches Kolloquium, 1 *g.* — **Posner**: Chemische Technologie II: Organische Stoffe, mit Exkursionen, 2; Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2. — **Strecker**: Qualitative Analyse, 2; Chemie der seltenen Elemente, 1; Chemisches Praktikum für Studierende der Zahnheilkunde, 3; Chemisches Kolloquium für Mediziner, 2. —

**Thomé**: Differential- und Integralrechnung I, 4; Theorie der ebenen algebraischen Kurven, 2 *g.*; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Engel**: Funktionentheorie I, 4; Transformationsgruppen, 4; Differentialgeometrie, 1 *g.*; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Kowalewski**: Mechanik II, 4, Übungen, 1 *g.*; Theorie und Anwendung der Determinanten, 2 *g.*; Über Differentialinvarianten, 1 *g.* —

## Universität Halle.

**Dorn**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 4; Physikalisches Laboratorium: a) Übungspraktikum, 6, b) Arbeiten von Geübten, tägl.; Über elektrische und magnetische Messungen II, 2 *g.* — **Schmidt**: Wärmelehre, 3; Brechung, Interferenz und Polarisation des Lichtes mit Experimenten, 1 *g.* — **Valentiner**: Theorie der Gase, 2. —

**Volhard**: Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (mit Doebner und Vorländer), tägl. ausser Sonnabend; Die Massanalyse, 1 *g.* — **Doebner**: Organische Chemie, 4; Über Alkaloide, 1 *g.* — **Schneidewind**: Agrikulturchemie I: Naturgesetze der Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, Bodenkunde und Düngerlehre, 4; Technologie der Kohlehydrate (Zucker- und Spiritusfabrikation), mit Exkursionen, 1 *g.*; Demonstrationen in der agrikultur-chemischen Versuchsstation und der Versuchswirtschaft, *g.* — **Vorländer**: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht, 1 *g.* — **Baumert**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel I: Herstellung, Zusammensetzung und Beschaffenheit, mit technischen und gewerblichen Besichtigungen, 2; Praktische Übungen im Laboratorium für Nahrungsmittelchemie, ganz- und halbtägig, tägl. ausser Sonnabend; Gerichtlich-chemisches Praktikum, 3. — **Roloff**: Liest nicht. — **Erdmann**: Theoretische und experimentelle Elektrochemie, 1; Praktische Übungen im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. ausser Sonnabend; Elektrochemisches Praktikum, 3. —

**Cantor**: Analytische Mechanik, 5; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g.* — **Wangerin**: Synthetische Geometrie, 4; Integralrechnung, mit Übungen, 4; Variationsrechnung, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g.* — **Eberhard**: Analytische Geometrie des Raumes mit besonderer Berücksichtigung der Flächen 2. Ordnung, 2; Ausgewählte Kapitel der analytischen Geometrie der Ebene, mit Übungen, 2 *g.* — **Grassmann**: Streckenrechnung und deren Anwendung auf die Flächentheorie (mit Übungen), 3; Elemente der darstellenden Geometrie, 2, Übungen, 1 *g.* — **Buchholz**: Das mechanische Potential und die Elemente der höheren Geodäsie, 2. — **Bernstein**: Partielle Differentialgleichungen I: Hydrodynamik und Akustik, 4, Übungen, 1 *g.* —

## Technische Hochschule Hannover.

**Dieterici**: Experimentalphysik: Mechanik, Wärme, Akustik, Optik, 4; Arbeiten im Laboratorium der Physik (mit Precht), 4. — **Precht**: Grundzüge der Physik, für Architekten, 3; Praktische Physik, 2; Photographie: Photographische Arbeiten für Fortgeschrittene, 4. — **Kohlrausch**: Grundzüge der Elektrotechnik, 3; Theoretische Elektrotechnik, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Beckmann, Winkelmann, Meyer und Behne), Übungen, 8, II, Übungen, für Maschineningenieure, Übungen, 8. — **Heim**: Elektrische Anlagen I: Einzelanlagen (mit Winkelmann und Reichelt), 3, Übungen, 2; Entwerfen von Dynamomaschinen und Transformatoren (mit Reichelt), 2, Übungen, 2; Telegraphie und Telephonie, 2; Elektrische Kraftübertragung, für Maschineningenieure, 2; Grundzüge der technischen Elektrolyse, 2; Elektrolytische Übgn. (mit Reichelt), 4. — **Beckmann**: Praktische Elektrotechnik für Anfänger II, 1; Elektrotechnische Messkunde I, 2. Teil, 2. — **Franke**: Technische Physik, 4; Technisch-physikalisches Seminar, 2. — **Fischer**: Allgemeine mechanische Technologie (mit Anthes), 4; Spezielle Technologie I (einschliesslich Werkzeugmaschinenkunde (mit Anthes), 4, Übgn., 2. — **Riehn**: Bau und Theorie der Kraftmaschinen (mit Diedrich, Quelle, Siekmann und Kirchhoff), 6, Übungen, 8; Übungen im Entwerfen von Kraft- und Hebemaschinen (mit Diedrich, Quelle und Siekmann), 4; Schiffbau, 3, Übungen, 4. — **Frank**: Maschinenorgane (mit Ryssel, Wegener und Pilgram), 5, Übungen, 7; Eisenbahnmaschinenbau (mit Ryssel und Pilgram), 3, Übungen, 3. — **Frese**: Ingenieurlaboratorium I und II (mit Mestwerdt, Schaefer, le Noir und Schürmann), 1, Übungen, 4; Theoretische Maschinenlehre: Anwendung der Wärmelehre auf das Gebiet des Maschinenwesens (mit Schaefer), 4. — **Troske**: Grundzüge des Maschinenbaues (mit Griffel), 3, Übungen, 4; Regulatoren der Kraftmaschinen, 2; Fabrikanlagen und Eisenbahnwerkstätten, 2. — **Klein**: Allgemeine Maschinenlehre I (mit Schmidt), 4; Grundzüge der Maschinenlehre (mit Schmidt), 3; Hebezeuge und Pumpen (mit Schmidt und Griffel), 2. — **Weber**: Mechanik I, 3, Übungen, 1, II, 4, Übungen, 1; Statik der Baukonstruktionen, 3, Übungen, 1; Maschinenzeichnen (mit Wegener, Schaefer und Griffel), 4. — **Mestwerdt**: Heizung, Lüftung und Beleuchtung geschlossener Räume, 3. —

**Seubert**: Anorganische Chemie, 6; Arbeiten im Laboratorium der anorganischen Chemie (mit Eschweiler, Jänecke und Becker), tägl. ausser Sonnabend. — **Eschweiler**: Analytische Chemie, 2. — **Behrend**: Organische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium der organischen Chemie (mit Keiser), tägl. ausser Sonnabend. — **Keiser**: Entwicklungsgeschichte der Chemie, 1. — **Ost**: Grundzüge der chemischen Technologie, für Nichtchemiker, 3; Chemische Technologie I, für Chemiker, 4, Übungen, 2; Übungen in der Elektroanalyse (mit Meyer), 6; Arbeiten im Laboratorium der technischen Chemie (mit Meyer), tägl. ausser Sonnabend. — **Laves**: Grundzüge der Nahrungsmittelchemie, mit Demonstrationen, 2 *g.* — **Rinne**: Grundzüge der Mineralogie I, für Chemiker, 2, Übungen, 1; Chemisch-krystallographische Untersuchungsmethoden, Übungen, 2; Hüttenkunde, 3. —

**Kiepert**: Differential- und Integralrechnung I, 5, Übgn., 1; Geometrie der Lage, 3; Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik, mit Übungen, 3. — **N. N.**: Differential- und Integralrechnung II, 4, Übungen, 1; Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, mit Übungen, 3. — **Rodenberg**: Darstellende Geometrie (mit Peters, Fresenius, Fatken), 3, Übungen, 6, II, 3, Übungen, 6. — **Petzold**: Algebraische Analysis und Trigonometrie, 3; Übungen in der Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 1. — **Reinhertz**: Grundzüge der praktischen Geometrie (mit Petzold), 2; Geodäsie I (mit Petzold), 4, Übungen, 2, II (mit Petzold), 2; Höhere Geodäsie, 2. —

## Universität Heidelberg.

**Quincke**: Experimentalphysik: Allgemeine Physik, Wärme, Akustik, 5; Praktische Übungen und Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen im physikalischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Physikalisches Praktikum, 4. — **Pockels**: Theorie der Wärme, 3; Theoretisch-physikalische Übungen, 1; Einführung in die Elektrotechnik, 1. — **Weber**: Geometrische Optik mit besonderer Berücksichtigung des Mikroskops, 1; Wissenschaftlich-photographische Übungen, 2. — **Kalähne**: Die neueren Ergebnisse der experimentellen Optik und Elektrizitätslehre, 1; Die partiellen Differentialgleichungen in der mathematischen Physik, 1. —

**Curtius**: Allgemeine Chemie I: Anorganische Experimentalchemie, 6; Praktische Übungen und Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, tägl. ausser Sonnabend; Chemischer Referateabend, 14 tägig, 2 *g.*; Chemisches Praktikum für Mediziner, 20. — **Brühl**: Organische Chemie, 3; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend. — **Jannasch**: Gewichtsanalyse, 2; Chemische Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, 1; Gasanalytisches Praktikum, 3; Analytisches Praktikum zur Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, 8. — **Knoevenagel**: Chemie der Benzolderivate, 3; Chemie und Technologie der Teerfarbstoffe, 2. — **Bredig**: Chemische Gleichgewichtslehre, 2; Einführung in die physikalische Chemie und ihre Messmethoden, 2; Theoretische Übungen, 14 tägig, $1^1/_2$ *g.* — **Krafft**: Organische Chemie, 3; Praktisch-chemische Übungen und Arbeiten, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum für Anfänger, halbtägig. — **Dittrich**: Die selteneren Elemente und ihre wichtigsten Reaktionen, 1; Chemisches Praktikum und Anleitung zu wissenschaftlichen anorganisch-analytischen Untersuchungen, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum für Anfänger und Mediziner, tägl. ausser Sonnabend, halbtägig; Elektroanalytisches Praktikum, 3; Chemisches Praktikum (auch für Mediziner), in den Herbstferien von Anfang September bis Mitte Oktober, in den Osterferien nach Semesterschluss beginnend. — **Stollé**: Pharmazeutische Chemie II: Organischer Teil, 3; Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2. — **Klages**: Heterozyklische Verbindungen, 1. — **Darapsky**: Geschichte der Chemie II, 1. —

**Koenigsberger**: Höhere Algebra, 4; Theorie der

Differentialgleichungen, 2; Variationsrechnung, 1; Elemente der Zahlentheorie, 1; Übungen des mathematischen Unter- und Oberseminars, 2. — **Cantor**: Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g.*; Politische Arithmetik, 2. — **Eisenlohr**: Theoretische Optik, 4; Differential- und Integralrechnung, 5; Über das Potential, 2. — **Koehler**: Synthetische Geometrie des Raumes, 3. — **Landsberg**: Darstellende Geometrie, mit Übungen, 4; Einleitung in die höhere Analysis, 4. — **Böhm**: Theorie der elliptischen Funktionen mit Einführung in die allgemeine Funktionentheorie, 3—4; Ebene und sphärische Trigonometrie (auch für Nichtmathematiker), 1—2. — **Mohr**: Chemisches Rechnen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendung des Rechenschiebers, 1. — **Valentiner**: Bahnbestimmung von Kometen und Planeten, 3. — **Wolf**: Elemente der Astronomie (Mathematische Geographie), 2 *g.* —

## Universität Jena.

**Winkelmann**: Experimentalphysik II: Akustik, Wärme, Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum, a) für Physiker, 6, b) für Chemiker, 4; Physikalische Spezialuntersuchungen, tägl.; Repetitorium der Physik für Mediziner und Pharmazeuten, 1 *g.* — **Abbe**: Liest nicht. — **Auerbach**: Thermodynamik, 3; Grundzüge der geometrischen Optik, 1½. — **Straubel**: Physikalische Optik II, 2. — **Ambronn**: Einleitung in die Theorie des Mikroskops, 2; Übungen in der Handhabung des Mikroskops und seiner Nebenapparate, 2 *g.*; Übungen in der Handhabung der Apparate für Mikrophotographie und Projektion, 2 *g.* — **Rau**: Technische Mechanik, 4; Einführung in die Wechselstromtechnik, 2 *g.*; Graphische Übungen, 2 halbe Tage; Elektrotechnisches Praktikum, 2 halbe Tage. —

**Knorr**: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum (mit Wolff), a) Vollpraktikum, tägl., b) Halbpraktikum, halbtägig, tägl., c) Praktikum für Mediziner, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten (mit Duden und Rabe). — **Wolff**: Analytische Chemie, 3; Elektrolyse und elektrolytisches Praktikum, 2. — **Duden**: Besprechung der chemischen Tageslitteratur, 1. — **Immendorff**: Agrikulturchemie II: Tierernährungslehre (Fütterungslehre), 3; Technische Chemie für Landwirte, 2; Chemisches Praktikum für Landwirte, a) grosses, tägl., b) kleines, 7; Agrikulturchemisches Seminar für Fortgeschrittene, 2 *g.* — **Vongerichten**: Chemische Technologie: Die anorganische Grossindustrie (mit Exkursionen), 2; Technisch-chemisches Praktikum, tägl.; Kursus in Färberei und Druckerei, 4. — **Matthes**: Pharmazeutische Chemie I: Anorganische Chemie, 3; Pharmazeutisches Halbpraktikum: Ausmittelung der Gifte, Darstellung und Untersuchung pharmazeutischer Präparate, 15; Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel: Voll- und Halbpraktikum. — **Gänge**: Gerichtliche Chemie, 1; Praktische Übungen in chemischen Untersuchungen vermittelst optischer Instrumente, 2. — **Rabe**: Allgemeine Chemie, 1. —

**Thomae**: Bestimmte Integrale, 4; Differentialgeometrie, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Gutzmer**: Integralrechnung, mit Übungen, 5; Variationsrechnung, 4; Mathematisches Kolloquium, 2 *g.* — **Frege**: Analytische Geometrie des Raumes, 4; Begriffsschrift, 1 *g.* — **Knopf**: Bestimmung der Bahnen der Planeten und Kometen, 3; Interpolationsrechnung und mechanische Quadratur, 2. —

## Universität Innsbruck.

**Exner**: Kündigt später an. — **Czermak**: Experimentalphysik: Mechanik, Wärme, Magnetismus und Elektrizität, 5; Praktische Übungen für Mediziner, 2 *g*, für Vorgeschrittene, tägl. *g.* — **Radakovic**: Ausgewählte Kapitel aus der Wärmelehre, 2; Praktische Übungen im Laboratorium für Anfänger, 6. — **Tollinger**: Kündigt eventuell später an. — **Hammerl**: Elektrotechnik II: Über Wechselströme und Wechselstrommaschinen, 2. — **Trabert**: Einleitung in die Meteorologie, 2; Ausgewählte Kapitel der kosmischen Physik, 2; Erdmagnetismus, 1. —

**Brunner**: Allgemeine Chemie I: Anorganische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl.; Praktische Übungen in analytischer Chemie, halbtägig, tägl. — **Hopfgartner**: Die Lehre von den Atomen und Molekülen, 2; Die Theorie der elektrolytischen Dissoziation in Lösungen und einige ihrer Anwendungen, 2. — **Zehenter**: Chemische Technologie: Heiz- und Leuchtstoffe, Wasser, Schwefelsäure- und Sodaindustrie, 2. —

**Otto Stolz**: Die Doppelintegrale und die Elemente der Variationsrechnung, 3—4; Theorie der Funktionen von komplexen Veränderlichen nach Cauchy und Weierstrass, 3. — **Zindler**: Determinantentheorie und Algebra, mit Übungen, 3; Über Differentialgleichungen, mit Übungen, 3; Ausgewählte Abschnitte der Elementargeometrie, 1. — **Menger**: Projektive Geometrie, 2. — **v. Oppolzer**: Sphärische Astronomie, Theoretischer Teil, 4; Astronomisches Kolloquium, 1. —

## Technische Hochschule Karlsruhe.

**Lehmann**: Experimentalphysik, 4; Physikalisches Seminar (mit Sieveking), 1; Physikalisches Repetitorium (mit Sieveking), 1; Physikalisches Laboratorium (mit Sieveking), 6; Molekularphysik, 1. — **Schultheiss**: Meteorologie (Klimatologie), 1. — **Arnold**: Dynamobau I: Gleichstrommaschinen und synchrone Wechselstrommaschinen, 3, II: Transformatoren und asynchrone Wechselstrommaschinen, 3; Übungen im Konstruieren elektrischer Maschinen und Apparate, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Schleiermacher), 12, II, 8. — **Meidinger**: Heizung und Ventilation der Wohnräume, mit Exkursionen, 2. — **Schleiermacher**: Grundlagen der Elektrotechnik und Messkunde, 2; Theoretische Elektrizitätslehre, 3; Elektrische Messungen, 1. — **Teichmüller**: Allgemeine Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Seminar, 1; Elektrische Anlagen und Leitungen, 2; Übungen im Entwerfen von elektrischen Anlagen, 2; Schwachstromtechnik, 2. — **Bragstad**: Theorie der Wechelströme, 2, Übungen, 1; Elektrische Bahnen, 2. — **Schmidt**: Photographisches Praktikum (mit Vorträgen über die Theorie der Photographie, Darstellung lichtempfindlicher Präparate), 4. — **Benoit**: Hebe- und Transportmaschinen (ausgewählte Kapitel), 3; Eisenbahnmaschinenwesen, 2 Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 4; Entwerfen von Hebemaschinen, 6; Entwerfen von Hebemaschinen, Pumpen und Gebläsen, 6. — **Brauer**: Theoretische Maschinenlehre: Theorie der Turbinen, Mechanische Wärmetheorie, 6, Übungen, 3; Festigkeitslehre, 2; Untersuchungen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Gaskraftmaschinen, Wasserkraftmaschinen und Arbeitsmaschinen, Materialprüfungen auf Elastizität und Festigkeit, Hydraulische Versuche, 3. — **Grassmann**: Dampfmaschinen und Kessel I, 3, III und Gasmaschinen, 2; Entwerfen von Dampfmaschinen und Kesseln, 6; Entwerfen von Dampfmaschinen, für Studierende der Elektrotechnik, 6. — **Keller**: Maschinenelemente, 4; Maschinenkonstruktionen: Triebwerke usw., für Studierende des Maschinenwesens, 8, für Studierende der Elektrotechnik, 4, für Studierende des Ingenieurwesens: Triebwerke, Hebezeuge usw., 4; Wasserkraftanlagen, 1; Bau der Wasserkraftmaschinen, 1. — **Lindner**: Maschinenkunde, 3; Maschinenfabrikation, 2; Mechanische Technologie: Mühlenindustrie, 2; Technisches Zeichnen für Chemiker, 2; Technologische Exkursionen. — **Bergmann**: Doppelte Buchführung für technische Anlagen, 1 *g.* —

**Bunte**: Chemische Technologie I: Zuckerfabrikation, Gärungsgewerbe, Brennerei, Brauerei usw., 2, II: Wasser, Beleuchtungstechnik, 2; Metallurgie, 1; Brennstoffe und industrielle Feuerungen, 1; Übungen in der technischen Analyse (mit Eitner), für Chemiker, 4, für Maschineningenieure, 3; Gaschemische Übungen (mit Haber), 2; Arbeiten im chemisch-technischen Laboratorium, 5 Tage; Übungen in der technischen Analyse für Vorgerücktere, tägl.; Technologische Exkursionen. — **Engler**: Anorganische Experimentalchemie, 4; Chemisches Kolloquium, 1; Theoretische Chemie, 1; Chemisches Laboratorium, 5 Tage. — **Le Blanc**: Überblick über die theoretische und technische Elektrochemie, 2; Physikalische Chemie I: Stöchiometrie, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Kolloquium für Vorgeschrittene, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, 5 Tage; Physikalisch-chemischer und elektrochemischer Einführungskurs, 8 Wochen; Übungen im elektrochemischen Laboratorium für Elektrotechniker, 3. — **Dieckhoff**: Pharmazeutische Chemie, 2; Gerichtliche Chemie, 2. — **Eitner**: Methoden der technischen Analyse, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Analyse für Maschineningenieure und Elektrotechniker, 1. — **Haber**: Chemische Technologie der Faserstoffe I: Faserstoffe, Teerfarbenfabri-

kation, 2; Chemie der Gase, 2. — **Kast**: Industrie des Petroleums, der Fette und Harze, 2. — **Rupp**: Chemische und mikroskopische Untersuchung der Nahrungsmittel und Gebrauchsgegenstände, 2. — **Scholl**: Chemie der Benzolderivate I und II, 2. — **Wöhler**: Analytische Chemie II, 2; Anorganisch-chemisches Seminar, 1. —

**Haussner**: Elementare und analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 2, Übungen, 1; Arithmetik und Algebra, 2, Übungen 1; Ebene und sphärische Trigonometrie, 2, Übungen, 1; Raumkurven und krumme Flächen, 2. — **Heun**: Mechanik I und II, 4, Übungen, 2; Behandlung von Problemen der Mechanik, 2; Mechanisches Seminar für Fortgeschrittenere, 4. — **Krazer**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Schur**: Darstellende Geometrie I und II, 4, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **Wedekind**: Höhere Mathematik II, 3. — **Hamel**: Übungen in den Grundlehren der höheren Mathematik, 1; Vektorrechnung mit Anwendungen, 2; Elemente der Mechanik, 3, Übungen, 1. — **Ludwig**: Ausgewählte Kapitel aus der geometrischen Bewegungslehre, 2. — **Haid**: Praktische Geometrie, 3; Höhere Geodäsie, 3; Geodätisches Praktikum I, für Ingenieure, Forstleute und Geometer, 2, III, für Geometer, 3; Methode der kleinsten Quadrate, 2. — **Bürgin**: Katastervermessung, Feldbereinigung, 2, Übungen, 1; Repetitorium der praktischen Geometrie, 2; Plan- und Terrainzeichnen, für Ingenieure, 2, für Forstleute, 2, für Geometer, 4; Übungen im trigonometrischen Rechnen, 2; Graphische Ausarbeitung der grossen geodätischen Exkursionen, 2. —

## Universität Kiel.

**Lenard**: Experimentalphysik: Allgemeine Physik, Akustik, Wärmelehre, 4; Physikalisches Praktikum für Anfänger, Mediziner und Pharmazeuten, 7; Physikalische Untersuchungen Fortgeschrittener, tägl. ausser Sonnabend; Besprechungen physikalischer Fragen, 1 *g*. — **Weber**: Einleitung in die theoretische Physik: Mechanik und Elastizität, 4; Physikalische Masseinheiten, 1 *g*; Ausgewählte physikalische Messungen und Untersuchungen, tägl. ausser Sonnabend; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. —

**Harries**: Organische Experimentalchemie, 4; Chemisches Praktikum in der anorganischen Abteilung (mit Biltz), halb- und ganztägig, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum in der organischen Abteilung, tägl. — **Rügheimer**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 3; Über die Alkaloide und deren Ermittelung bei Vergiftungsfällen, 1; Über pharmazeutisch wichtige Alkaloide, 14tägig, 1 *g*. — **Biltz**: Chemie der Metalle, 3; Einführung in die physikalische Chemie, 2. — **Berend**: Synthetische Methoden der organischen Chemie, 1; Repetitorium der organischen Chemie, 1 *g*. — **Stoehr**: Alkaloide, 1. — **Feist**: Die grundlegenden Theorien der Chemie, 1; Besprechung neuerer Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie (6. Serie), 14tägig, 1 Abend. — **Preuner**: Einführung in die Elektrochemie, 2. — **Emmerling**: Agrikulturchemie (praktischer Teil), 1 *g*. —

**Pochhammer**: Einleitung in die Zahlentheorie, 3; Funktionentheorie, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Stäckel**: Integralrechnung, 3; Differentialgeometrie krummer Flächen, 3; Übungen im mathematischen Seminar, $1^1/_2$ *g*. — **Weinnoldt**: Darstellende Geometrie, 4. — **Harzer**: Die allgemeinen Störungen kleiner Planeten nach Hansens Methode, 3; Differenzenrechnung, 1 *g*. — **Kreutz**: Berechnung von Doppelsternbahnen, 2; Astronomische Übungen, 1 *g*. — **Kobold**: Die Figur der Erde, 2; Geodätische Übungen, 2 *g*. — **Grossmann**: Theorie der astronomischen Refraktion, 2; Geschichte und Beschreibung astronomischer Instrumente (gemeinverständlich), 1 *g*. — **Strömgren**: Ausgewählte Kapitel aus der Theorie der Bewegungen der Himmelskörper, 2. —

## Universität Königsberg.

**Pape**: Liest nicht. — **Volkmann**: Theorie des Lichtes, 4; Physikalisch-praktische Übungen und Arbeiten, für Anfänger und Vorgerückte, 6; Physikalisch-theoretische Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 1 *g*. —

**Lossen**: Liest nicht. — **Klinger**: Anorganische Chemie, 4; Übungen im Laboratorium, a) für Chemiker, tägl. ausser Sonnabend, b) für Mediziner und Naturwissenschaftler, halbtägig, tägl. ausser Sonnabend; Über Metalle und Salze, 1 *g*. — **Stutzer**: Agrikulturchemie II: Ernährung der Tiere, 4; Grundlagen der Chemie, 2; Seminaristische Übungen (mit Albert und Buhlert), 2 *g*. — **Blochmann**: Technische Chemie I: Metallurgie, 2; Ausgewählte Kapitel aus der quantitativen Analyse, 1 *g*. — **Partheil**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 4; Galenische Präparate, 1; Massanalyse, 1; Praktische Übungen im Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Radioaktive Stoffe, 1 *g*. — **Lassar-Cohn**: Aromatische Chemie II, 2. — **Löwenherz**: Technische Elektrochemie, mit Demonstrationen, 1; Theoretische Elektrochemie, mit Demonstrationen, 1; Einleitung in die organische Chemie, mit Demonstrationen, 1; Elektrochemische und physikalisch-chemische Übungen und Arbeiten, *g*. —

**Meyer**: Angewandte Mathematik: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Ausgleichung und Interpolation, Numerisches Rechnen, Graphik, 4, Übungen, 1 *g*; Determinanten, 2. — **Schoenflies**: Einleitung in die Theorie der Differentialgleichungen, 4; Flächen 2. Grades, 2; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Saalschütz**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Bernoullische Funktionen mit einer Einleitung über die Bernoullischen Zahlen, 2 *g*. — **Cohn**: Sphärische Astronomie, 3. — **Vahlen**: Nichteuklidische Geometrie, 3. —

## Universität Leipzig.

**Wiener**: Experimentalphysik II: Licht, Magnetismus, Elektrizität, 5; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Praktikum, 9; Physikalisches Kolloquium (mit Des Coudres), 2 *g*. — **Des Coudres**: Optik: Elektromagnetische Lichttheorie, 4; Thermodynamik der Strahlung, 1 *g*; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. — **v. Oettingen**: Meteorologie, 1 *g*. — **Marx**: Kathodenstrahlen, Radiumstrahlen und Elektronentheorie, 2; Wechselströme und elektrische Schwingungen, mit Experimenten, 2. — **Dahms**: Theorie der Wärme, 2. —

**Ostwald**: Naturphilosophie, 2; Chemisches Praktikum, ganz und halbtägig, tägl.; Physikalisch-chemisches Praktikum (mit Luther), tägl.; Besprechung wissenschaftlicher Arbeiten, 1 *g*. — **Beckmann**: Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Besprechung pharmazeutisch-chemischer Präparate: Organischer Teil, 2 *g*; Chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl.; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungsmittel-Chemie, tägl.; Pharmazeutisch-toxikologisches Praktikum, halbtägig, tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner, 6; Übungen und Unterweisungen in der chemisch-technischen Abteilung, tägl. — **Hantzsch**: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum für Analytiker, a) ganztägig, tägl., b) halbtägig, 20; Chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Stobbe, Rassow und Ley), tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner, 6. — **Stobbe**: Organische Chemie III: Heterozyklische Verbindungen, 1; Die Zuckergruppe, 1. — **Wagner**: Experimentelle Einführung in die Chemie, 1 *g*; Anwendungen der Massanalyse, 1; Chemisches Praktikum für Lehrer: Analyse und Schulversuche, tägl. — **Rassow**: Chemische Technologie (organische Betriebe): Zellstoff, Stärke, Zucker, Gärungsgewerbe, Fette und Öle, mit Exkursionen, 2; Chemie und Technologie der Teerfarbstoffe, 2; Kursus der praktischen Verwendung der organischen Farbstoffe: Färberei und Zeugdruck, 3; Chemisch-technologisches Praktikum für Fortgeschrittenere, tägl. — **Luther**: Einführung in die thermodynamische Behandlung der Chemie, mit besonderer Berücksichtigung von W. Gibbs und M. Planck, 2. — **Bodenstein**: Angewandte Elektrochemie, 2. — **Böttger**: Spezielle Anwendungen der physikalischen Chemie, 2. — **Schall**: Einige physikalisch-chemische Konstanten und ihre Bedeutung, 2. — **Ley**: Chemische Konstitutionsbestimmung auf physiko-chemischer Grundlage, 2; Ausgewählte Kapitel der anorganischen Chemie, 1. — **Beck**: Untersuchungs- und Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 2. —

**Scheibner**: Liest nicht. — **Neumann**: Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Mayer**: Variationsrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. — **Hölder**: Mechanik, 4, Übungen, 1 *g*; Zahlentheorie, 2. — **Hausdorff**: Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. — **Liebmann**: Analytische Geometrie des Raumes, 2, Übungen, 1 *g*; Determinanten, 2. — **Rohn**: Projektive Geometrie. — **Bruns**: Sphärische Astronomie, 4; Seminar für

wissenschaftliches Rechnen, 2 *g*; Praktische Übungen in der Sternwarte (mit Peter), *g*. — **Peter**: Allgemeine Astronomie, 2. —

## Universität Marburg.

**Richarz**: Experimentalphysik: Wärme, Magnetismus und Elektrizität, 5; Grundlagen der Maxwellschen Elektrizitätslehre, 1; Physikalisches Kolloquium (mit Feussner), 2 *g*; Physikalisches Praktikum (mit Feussner), 6; Leitung eigener Untersuchungen, tägl. — **Feussner**: Theoretische Physik II: Wärme, 4. — **Schaum**: Physikalische Chemie I: Mathematische Einführung, 2, Übungen, 1 *g*; Interferenz und Polarisation, 1. — **Schulze**: Hydrodynamik und Akustik, 2; Anleitung zum Berechnen einfacher physikalischer Aufgaben, 1. —

**Zincke**: Allgemeine Chemie II: Organische Chemie für Chemiker und Mediziner, 5; Repetitorium über anorganische Chemie für Mediziner, 1; Praktische Übungen in der allgemeinen und analytischen Chemie, sowie selbständige chemische Arbeiten (mit Schenck), tägl.; Praktisch-chemischer Kursus für Mediziner (mit Schenck), 3. — **E. Schmidt**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie und Medizin, 6; Prüfung der Arzneimittel, 1; Ausmittelung der Gifte, 1; Praktische Übungen in der analytischen und forensischen Chemie, sowie in der Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel und selbständige chemische Arbeiten (mit Rupp). — **Fittica**: Analytische Chemie, 3; Ältere Geschichte der Chemie, 1 *g*. — **Reissert**: Chemie der Benzolverbindungen, 2. — **Schenck**: Spezielle anorganische Chemie, 3; Elektrochemisches Praktikum, 3. — **Rupp**: Untersuchung der galenischen Präparate des Arzneibuches, 1; Ausgewählte Kapitel vom Gebiete der Chemie, 1 *g*; Repetitorium der Chemie, 4. — **Haselhoff**: Chemie der Nahrungsmittel, 2. —

**Hensel**: Theorie der elliptischen Funktionen, 4; Algebraische Auflösung der Gleichungen, 3; Nichteuklidische Geometrie, 1; Übungen des Mathematischen Seminars, 2 *g*. — **N. N.**: Differential- und Integralrechnung II, 5; Variationsrechnung, 2; Mathematische Übungen, 1 *g*. — **v. Dalwigk**: Analytische Geometrie des Raumes (bes. Flächen 2. Grades), 4; Darstellende Geometrie, mit Übungen, II: Perspektive, 2. — **Jung**: Allgemeine Kurven- und Flächentheorie, 4. —

## Universität München.

**Röntgen**: Experimentalphysik I, 5; Praktische Übungen im Laboratorium (mit Graetz), 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Graetz**: Analytische Mechanik, 5; Theorie der Elektronen, 2; Über Fortschritte und Errungenschaften der exakten Naturwissenschaft, 1 *g*. — **Zehnder**: Über elektrische Schwingungen, mit Demonstrationen, 2. — **Korn**: Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik, 4. — **Erk**: Allgemeine Meteorologie und Klimatologie, 4; Meteorologisches Praktikum, tägl. *g*. — **Donle**: Einführung in die elektromagnetische Theorie des Lichtes, 2. — **Brunn**: Einleitung in die mathematische Auffassung der Naturwissenschaften nebst Elementen der mechanischen Wärmetheorie, 4. —

**v. Baeyer**: Unorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im chemischen Laboratorium (mit K. Hofmann und Piloty in der unorganischen, mit Koenigs und Willstätter in der organischen Abteilung), tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Hofmann und Vanino), 4. — **Hilger**: Pharmazeutische Chemie II: Organische Chemie, 3; Die wissenschaftlichen Grundlagen der Nahrungsmittelchemie: Gärungserscheinungen, Gärungsgewerbe, Milch- und Molkereiprodukte, $1^1/_2$ *g*.; Chemisches Praktikum: Arbeiten auf dem Gesamtgebiete der angewandten Chemie, speziell der Nahrungsmittel, physiologische Chemie und elektrochemische Arbeiten, halb- und ganztägig. — **Koenigs**: Alkaloide, 1 *g*. — **K. Hofmann**: Spezielle unorganische Experimentalchemie: Metalloide und Schwermetalle, 3; Praktikum für Gasanalyse, 4; Praktikum für Spektralanalyse, 2. — **Piloty**: Analytische Chemie: Qualitative und quantitative Gewichtsanalyse, 3; Elektrolytisches Praktikum, ganztägig. — **Willstätter**: Benzolderivate, 4. — **Dieckmann**: Chemie der Fettreihe (ausgewählte Kapitel), 1 *g*. — **Sand**: Physikalische Chemie, 3. — Physikalisch-chemisches Praktikum (mit K. Hofmann), 4. —

**G. Bauer**: Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Lindemann**: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Einleitung in die Theorie der gewöhnlichen und der partiellen Differentialgleichungen, 4; Über die mathematischen Grundlagen des Versicherungswesens, 2; Mathematisches Seminar, $1^1/_2$ *g*. — **v. Seeliger**: Grundlehren der Astronomie in gemeinverständlicher Darstellung, 4; Astronomisches Kolloquium, *g*. — **Voss**: Algebra, 4; Anwendungen der Differential- und Integralrechnung auf die Theorie der krummen Flächen, 4; Mathematisches Seminar: Theorie der partiellen Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung, 2 *g*. — **Pringsheim**: Differentialrechnung, 5; Elemente der Funktionentheorie, 4. — **Doehlemann**: Darstellende Geometrie I, $3^3/_4$, Übungen, 3; Raumkurven dritter und vierter Ordnung in synthetischer Behandlung, 3; Das Imaginäre in der Geometrie, 1 *g*. — **Anding**: Wird später ankündigen. — **v. Weber**: Einführung in die Theorie der Determinanten und der linearen Transformationen, 4; Enzyklopädie der Elementargeometrie, der ebenen und sphärischen Trigonometrie, mit Übungen, 3; Kugel- und Liniengeometrie, 2. —

## Technische Hochschule München.

**Ebert**: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, Reibungs-, Berührungs- und Thermoelektrizität, 6; Physikalisches Praktikum, 4 oder 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Physik. — **Knoblauch**: Grundzüge der Physik: Mechanik, Akustik, Wärme, Magnetismus, für Vermessungsingenieure, 3; Anwendungen der Thermodynamik auf physikalisch-chemische Erscheinungen, mit Berücksichtigung der Vorgänge in den Gasmotoren, 2; Technisch-physikalisches Praktikum, 4; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Physik. — **Fischer**: Elektromagnetismus mit besonderer Berücksichtigung der Wechselstromerscheinungen, 3; Physikalisches Praktikum für Physiker und Mathematiker, 4. — **Emden**: Potential- und Wirbeltheorie, 2. — **Edelmann**: Photographie und Lichtpauseverfahren, 1. — Unterrichtskurse in praktischer Photographie, mit Übungen, 6 Nachmittage. — **Voit**: Angewandte Physik: Heizung, Ventilation, Akustik der Gebäude, Blitzableiter, 3; Elektrotechnik für Maschineningenieure und Chemiker, 2; Beleuchtungstechnik und Konstruktion der Bogenlampen, 2; Telegraphie und Telephonie, 2. — **Heinke**: Einführung in die Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Messkunde, 2; Elektrotechnisches Praktikum I; Messtechnik und Photometrie, 8, für Vorgeschrittene, 20 bis 32; Elektrische Centralanlagen und Arbeitsübertragung, 2. — **Gleichmann**: Elektrische Schalt- und Regulierapparate, 1; Elektrische Bahnen, 2. — **Ossanna**: Elektrotechnisches Praktikum II: Messungen an Maschinen, Gleichrichtern und Transformatoren, 8; Theorie und Konstruktion der elektrischen Maschinen I: Gleichstrommaschinen und Umformer, 3, III: Transformatoren und Asynchronmotoren, 3; Entwerfen von elektrischen Maschinen, 4. — **Schröter**: Mechanische Wärmetheorie: Technische Thermodynamik, 2, Übungen, 1; Theoretische Maschinenlehre I: Dynamik des Kurbelgetriebes, Regulatoren, 3, III: Theorie der Wärmekraftmaschinen: Dampfturbinen, Verbrennungsmotoren, 2, Übungen, 2. — **v. Lossow**: Konstruktionslehre der Maschinenteile I, 6; Entwerfen von Maschinenteilen I, für Maschineningenieure, 8, für Elektroingenieure, 6; Dampfkessel und deren Feuerungen, 2. — **Ultsch**: Arbeitsmaschinen I, 2, II, 2; Entwerfen von Hebezeugen, 6. — **Camerer**: Wasserkraftmaschinen, 5; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, 2; Allgemeine Maschinenlehre, a) Maschinenteile, 1, b) Kraftmaschinen, 2. — **Lynen**: Entwerfen von Dampfmaschinen, 8; Konstruktionslehre der Eisenbahnmaschinen, 4. — **v. Linde**: Theorie der Kältemaschinen, 2. — **v. Hoyer**: Mechanische Technologie I, 6. — **Erk**: Allgemeine Meteorologie und Klimatologie mit besonderer Berücksichtigung der Forst- und Landwirtschaft, 4. —

**Muthmann**: Unorganische Experimentalchemie einschl. der Grundzüge der physikalischen Chemie, 6; Chemisches Praktikum im analytischen und elektrochemischen Laboratorium, 10 bis 30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der unorganischen Chemie und der Elektrochemie, 30. — **Schultz**: Chemisches Praktikum im organischen Laboratorium, 20 bis 30; Chemische Technologie I, 2, II, 4; Praktikum im chemisch-technischen Laboratorium, 20 bis 30. — **Eibner**: Chemie der Benzolderivate I, 2; Geschichte der aromatischen Diazoverbindungen, 1. — **Rohde**: Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie mit Berücksichtigung der Tageslitteratur,

1. — **Lipp**: Analytische Chemie der Metalle und Metalloide nebst Gewichts- und Massanalyse II, 2; Brennmaterialien und Feuerungsanlagen mit Einschluss der technischen Gasanalyse I, 2. — **Hofer**: Theoretische Elektrochemie, 2. — **Lintner**: Chemische Technologie des Wassers und der Kohlenhydrate, 3; Gärungschemisches Praktikum, 30; Technologie und Warenkunde II, 4. —

**v. Braunmühl**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 3; Algebraische Analysis, 4; Mathematisch-historisches Seminar, 2. — **v. Dyck**: Höhere Mathematik III, 5, Übungen, 2; Einleitung in die Theorie der Differentialgleichungen, 4; Mathematisches Seminar (Kolloquium) (mit Finsterwalder), 2. — **Finsterwalder**: Grundzüge der höheren Mathematik, 4, Übungen, 2; Analytische Mechanik, 4. — **Kutta**: Projektive Geometrie in synthetischer Behandlung, 4, Übungen, 1. — **Burmester**: Darstellende Geometrie, 4, Übgn., 4. — **Schmidt**: Vermessungskunde I, 4, Praktikum I, 2 oder 4; Höhere Geodäsie, 4; Katastertechnik, Praktikum III a) Messübungen, 4, b) Rechenübungen, 4; Kartierungsübungen, 4. — **Bischoff**: Ausgleichungsrechnung (Praktikum), 1; Mechanisches und graphisches Rechnen, 1. — **Anding**: Elemente der Astronomie, 2. — **Föppl**: Technische Mechanik einschliesslich der Elemente der graphischen Statik und der analytischen Mechanik II: Graphische Statik, 3, III: Festigkeitslehre, 4, Übgn., 2. —

## Universität Münster.

**Hittorf**: Liest nicht. — **Heydweiller**: Experimentalphysik II: Akustik, Magnetismus, Elektrizität, Optik, 4; Theorie des Lichtes, 2; Geschichte der Physik im 19. Jahrhundert, 1 *g*; Physikalische Übungen, 9; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl. — **Reinganum**: Theoretische Mechanik; Elektrische Schwingungen, *g*. —

**Salkowski**: Anorganische Chemie, 4; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 2 *g*; Praktische Übungen und Leitung wissenschaftlicher Arbeiten im chemischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend. — **König**: Analytische Chemie I, 1; Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, 2 *g*; Übungen im agrikulturchemischen Laboratorium, tägl. *g*. — **Kassner**: Massanalyse, 1 *g*; Pharmazeutische Chemie II: Aliphatische Verbindungen mit Demonstrationen und Experimenten, 4; Kolloquium über pharmazeutische Präparate und die Gegenstände des deutschen Arzneibuches (Fortsetzung), 1; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungen des elektrischen Stromes, 1; Toxikologische, pharmazeutisch-chemische und massanalytische Übungen im Laboratorium, Darstellung chemischer Präparate, Elementar-Analyse. Für Vorgerücktere Bearbeitung wissenschaftlicher oder technischer Aufgaben, 25. — **Bömer**: Analyse der Nahrungs- und Genussmittel I: Nahrungs- und Genussmittel aus dem Tierreich, 1 *g*; Repetitorium der Nahrungsmittelchemie, *g*. — **Thiel**: Physikalische Chemie II: Theorie der Lösungen und Elektrochemie, 3; Elektrochemisches und elektro-analytisch-präparatives Praktikum, 3; Gasanalyse mit Praktikum, 2; Repetitorium und Examinatorium der anorganischen Chemie, 2; Chemisches Kolloquium, 1 *g*. —

**Killing**: Analytische Geometrie II, 4, Übungen, 1 *g*; Elliptische Funktionen, 4; Übungen des mathematischen Unterseminars, 2 *g*. — **v. Lilienthal**: Analytische Mechanik II, 4; Einleitung in die Theorie der Differentialgleichungen, 4; Mathematisches Oberseminar, 1 *g*. — **Dehn**: Darstellende Geometrie mit Übungen, 5; Differential- und Integralrechnung II, 4, Übungen, 1 *g*. — **Plassmann**: Populäre Astronomie; Bahnbestimmung bei Kometen und Planeten; Übungen im astronomischen Beobachten und Rechnen, *g*. —

## Universität Prag.

**Lecher**: Experimentalphysik I, 5; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, tägl. *g*; Besprechung physikalischer Fragen (mit Lippich, v. Geitler und Rothmund), 14tägig, 2 *g*. — **v. Geitler**: Physikalisches Praktikum I, 6 und 3; Potentialtheorie, 2. — **Lippich**: Theorie des Lichtes, insbesondere elektromagnetische Lichttheorie, 3; Theorie der Beugungserscheinungen, 2. — **Spitaler**: Allgemeine Meteorologie III, 3; Geophysikalische Probleme, 1. — **Rothmund**: Theoretische und physikalische Chemie I: Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre, 4; Theorie der photographischen Prozesse, 1; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, tägl. ausser Sonnabend, *g*. —

**Goldschmiedt**: Anorganische Chemie, 5; Chemische Experimentierübungen, 2; Chemische Übungen, tägl. ausser Sonnabend, für Mediziner, 10; Übungen in sanitäts-polizeilich-chemischen Untersuchungen und in der Prüfung der offizinellen chemischen Präparate, tägl. ausser Sonnabend; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen für Vorgeschrittene, tägl. — **Meyer**: Pharmazeutische Chemie, 2; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 3. — **Gintl**: Anleitung zur Ausführung gerichtlich-chemischer Untersuchungen mit praktischen Demonstrationen, 4. — **Kirpal**: Quantitative Analyse, 3. —

**Pick**: Differential- und Integralrechnung, 5. — **Gmeiner**: Algebraische Gleichungen, 3; Funktionen komplexer Veränderlicher, 2. — **Weinek**: Sphärische Astronomie I, 3. — **Oppenheim**: Theorie der Figur der Himmelskörper und der Erde, 3. —

## Technische Hochschule Prag.

**Tuma**: Physik: Statik und Dynamik fester, flüssiger und gasförmiger Körper, Kinetische Gastheorie, Wärmelehre, Magnetismus und Elektrizität, 5, Praktikum, 3. — **Puluj**: Allgemeine Elektrotechnik, 4, Übungen, 3; Ausgewählte Kapitel der Wechselstromelektrotechnik, 1. — **Doerfel**: Maschinenlehre, 5, Übungen; Maschinenbau IIa, 2, Konstruktionsübgn., 4. — **Schiebel**: Allgemeine Maschinenkunde, 3; Technisches Zeichnen, 4; Maschinenbau I, 1. Teil, 2, 2. Teil, 4, Konstruktionsübungen, 9. — **Baudiss**: Maschinenbau IIb, 4, Konstruktionsübungen, 6; Maschinenbau, ausgewählte Kapitel, 2. — **Pichl**: Meteorologie und Klimatologie, 3. —

**Gintl**: Allgemeine Experimentalchemie: Mineralstoffe, 5; Praktische Übgn., 6; Allgemeine Experimentalchemie: Kohlenstoffverbindungen, 4; Analytische Chemie (qualitative), 2, Praktische Übungen, 19; Analytische Chemie (quantitative), Repetitorium, 2, Praktische Übgn., 24; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen für Geübtere, 15; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2. — **Storch**: Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen für Geübtere, 15; Physikalische Methoden der Untersuchung von Nahrungsmitteln, 1, Übungen, 3; Chemie der Metalle und technische Metallgewinnung, 2; Massanalyse und chemische Arithmetik, 1; Physikalische Chemie: Elektrochemie, 3; Theorie der zyklischen Verbindungen, 2. — **N. N.**: Übungen über praktische Unterweisung in der chemischen Untersuchung von Rohstoffen und Gebrauchsartikeln, 4. — **Gintl jun.**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 2; Praktische Übungen in der Ausführung von Heizgasuntersuchungen, 1; Elementaranalyse organischer Verbindungen, 2, Übungen, 2. —

**N. N.**: Mathematik I, 6, Repetitorium, 2; Elemente der höheren Mathematik, 6, Repetitorium, 1; Analytische Mechanik, 2. — **Grünwald**: Mathematik II, 5, Repetitorium, 2; Differentialgleichungen und deren Anwendung auf Geometrie und Mechanik, 2. — **Janisch**: Darstellende Geometrie, 4, Übgn., 8; Geometrie der Lage, 3. — **Adler**: Darstellende Geometrie, 2. — **Stark**: Enzyklopädie der Mechanik II, 2; Mechanik I, 6, Repetitorium, 1; Graphische Statik, 2, Konstruktive Übgn., 2. — **Ruth**: Elemente der niederen Geodäsie, 3, Übungen, 2; Niedere Geodäsie I, $4\frac{1}{2}$, Übungen, 2; Höhere Geodäsie, 3, Übgn., 2; Technisches Zeichnen, 4; Geodätisches Rechnen, Übungen, 2. —

## Universität Rostock.

**Matthiessen**: Experimentalphysik II: Wellenlehre, Akustik, Wärme, Magnetismus, Elektrizität, 5; Kleines physikalisches Praktikum, 12; Grosses physikalisches Praktikum für Geübtere (mit Wachsmuth), tägl.; Physikalisches Seminar, 2 *g*. — **Wachsmuth**: Mechanische Wärmetheorie, 3; Einführung in das physikalische Praktikum, 2; Physikalisches Kolloquium (mit Kümmell), 14tägig, 2 *g*. — **Kümmell**: Chemische Statik und Kinetik, 2; Thermochemie, 2. —

**Michaelis**: Organische Chemie, 5; Chemische Übungen im Laboratorium: a) Grosses Praktikum, tägl., ausser Sonnabend, b) Kleines Praktikum, 9, c) Übungen für Mediziner, 4, d) Übungen für Nahrungsmittelchemiker, 4; Pharmazeutische Präparatenkunde, 2 *g*. — **Störmer**: Analytische Experimentalchemie, 4; Gerichtlich-toxikologische Chemie, 2; Repetitorium der anorganischen Chemie, 3. — **Kunckell**: Repetitorium der pharmazeutischen Chemie und massanalytische Bestimmungen des Arzneibuches, 2; Einführung in die Nahrungsmittel- und Harnanalyse für Pharmazeuten, 1 *g*; Exkursionen zur Besichtigung chemisch-technischer Betriebe. —

**Staude**: Differential- und Integralrechnung, 4; Anwendung der Differentialrechnung auf Geometrie: Theorie der Raumkurven und Flächen, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g.* —

## Universität Strassburg.

**Braun**: Experimentalphysik II: Akustik, Wärme, Elektrizität, 5; Physikalische Übungen, 5 oder 10; Übersichtskursus für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl. ausser Sonnabend; Physikalisches Kolloquium, 2 *g.* — **Cohn**: Strahlung als elektromagnetischer Vorgang, 3; Seminaristische Übungen, 1 *g.* — **Zenneck**: Kinetische Gastheorie, 1. — **Hergesell**: Theorie und Benutzung der meteorologischen Instrumente, 2; Meteorologische Arbeiten, tägl., *g*; Meteorologisches Kolloquium, 14tägig, 2. —

**Thiele**: Allgemeine Experimentalchemie: Anorganischer Teil, 5; Chemische Übungen und Untersuchungen für Anfänger und Vorgeschrittene, tägl.; Kolloquium über organische Chemie, 1 *g.* — **Kohlschütter**: Qualitative und quantitative analytische Chemie für Anfänger, 2 $^1/_4$; Praktikum für physikalisch-chemische Untersuchungsmethoden, 3; Neuere Arbeiten im Gebiet der anorganischen Chemie, 1. — **Rose**: Chemische Technologie der schweren Metalle, 2; Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, 2; Untersuchung und Reinigung des Wassers, 1 *g.* — **Erlenmeyer**: Repetitorium der organischen Chemie, 2; Chemisches Praktikum für Anfänger und Geübtere (mit Kreutz), tägl. ausser Sonnabend. — **Kreutz**: Nahrungsmittelchemie, 1; Anleitung zur Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln, tägl. ausser Sonnabend. — **Köhl**: Die cyklischen Verbindungen des Steinkohlenteers und ihre Derivate, 2. — **Schär**: Pharmakognosie, 4; Toxikologie (für Pharmazeuten), 2; Pharmakognostische Demonstrationen, 1 *g*; Übungen und Untersuchungen im Laboratorium des pharmazeutischen Instituts, tägl. ausser Sonnabend; Pharmakognostisches Praktikum (mit Rosenthaler), 4. — **Rosenthaler**: Die Anatomie der wichtigsten Drogen, 2; Harn und Harnuntersuchung, 1. —

**Reye**: Geometrie der Lage, 3; Analytische Mechanik, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 2 *g.* — **Weber**: Differential- und Integralrechnung, 4; Algebra, 3; Übungen des mathematischen Oberseminars, 1$^1/_2$ *g.* — **Wellstein**: Übungen in der Differential- und Integralrechnung im mathematischen Unterseminar, 2. — **Disteli**: Analytische Geometrie der Ebene, 3, Übungen, 1; Darstellende Geometrie I, 2, Übungen, 4; Einführung in die Schraubentheorie, 1. — **Epstein**: Einführung in die Zahlentheorie, 3. — **Simon**: Geschichte der Mathematik des Altertums, 2. — **Becker**: Ausgewählte Kapitel der sphärischen und praktischen Astronomie, 2; Theorie der Ausgleichung der Beobachtungsfehler, mit Übungen, 2; Seminaristische Übungen (Kolloquium), *g*; Astronomische Beobachtungen an den Instrumenten der Sternwarte. — **Wislicenus**: Astrophotographie, 1; Übungen im Zahlenberechnen in seiner Anwendung bei naturwissenschaftlichen Aufgaben, 1; Fixsternkunde in gemeinverständlicher Darstellung mit Demonstrationen, 1 *g*; Besprechungen der neuesten literarischen Erscheinungen auf astronomischem Gebiete, 2 *g.* — **Wirtz**: Einführung in die Theorie der Mondbewegung, 2. —

## Technische Hochschule Stuttgart.

**Koch**: Experimentalphysik, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium, tägl.; Theoretische Physik, 2; Meteorologie, 1. — **Englisch**: Abbesche Theorie der Linsensysteme, insbesondere der photographischen Objektive, 2. — **Veesenmeyer**: Elektrotechnik (grundlegender Vortrag), 6; Gleichstromerzeuger, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 8. — **Dietrich**: Elektrotechnische Messkunde, 5; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium, Praktikum II (mit Herrmann), tägl. ausser Sonnabend. — **Herrmann**: Grundzüge der Telegraphie und Telephonie, 2; Theorie der Wechselströme, 2. — **v. Autenrieth**: Technische Mechanik, 6, Übungen, 2; Übungen in technischer Mechanik II für Maschineningenieure, 2; Graphische Statik der Brückenkonstruktionen, 2, Übungen, 2. — **v. Weyrauch**: Mechanische Wärmetheorie, 4; Analytische Theorie der Ingenieurkonstruktionen, 4, Übungen, 4. — **Ernst**: Maschinenelemente, 6, Konstruktionsübungen, 11; Hebezeuge, 2. — **Thomann**: Fabrikanlagen I, 1, II, 2; Maschinenkonstruktionen, 10; Maschinenkunde, 4. — **Bantlin**: Dampfmaschinen, 6; Elastizitätslehre, 2, Übungen, 1; Maschinenkonstruktionen, 8 und 6. — **v. Bach**: Materialprüfungsanstalt, Übungen; Ingenieurlaboratorium, 3, Übungen, 1; Erörterungen für Maschineningenieure, 1. — **Ensslin**: Verbrennungsmotoren, 2. — **Berg**: Maschinenzeichnen, 8; Schattenkonstruktionen und Perspektive, 8; Pumpen, Übungen, 4. — **N. N.**: Eisenbahnfahrzeuge, 3. —

**Hell**: Allgemeine Experimentalchemie, 4, Übungen (mit Kehrer), tägl. ausser Sonnabend; Organische Chemie, 5. — **Kehrer**: Analytische Chemie, 2. — **Schmidt**: Ausgewählte Kapitel der analytischen Chemie, 2; Praktische Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 2; Populäre Vorlesungen über Chemie, 1; Einführung in die Stöchiometrie, 1. — **Kauffmann**: Physikalische Chemie, 2; Kolloquium über organische Chemie, 2; Repetitorium der anorganischen Chemie, 2. — **Küster**: Pharmazeutische Chemie, 2. — **N. N.**: Pharmazeutische Übungen, 3; Chemie der Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände, 2. — **Seel**: Chemisch-pharmazeutisches Praktikum, 2; Neuere Arzneimittel, 2; Nahrungsmittelchemie, 1. — **Philip**: Massanalyse, 1. — **Rohland**: Anwendung der physikalischen Chemie auf technische Analysen und Prozesse, 1; Technologie der Mörtelmaterialien, 1. — **Häussermann**: Technische Chemie, 2; Chemische Technologie der Brenn- und Leuchtstoffe, 2; Farbenchemie, 3; Übungen im Laboratorium für chemische Technologie, tägl. ausser Sonnabend; Übungen in elektrolytischen Arbeiten. — **Widmaier**: Allgemeine mechanische Technologie: Verarbeitung der Metalle, Hölzer und Gesteine, 5; Eisenhüttenkunde, 2. — **Johannsen**: Die Vorbereitungsmaschinen und Kraftstühle der mechanischen Weberei, 1 *g.* — **Lueger**: Wasserbau für Maschineningenieure, 2, Übungen, 1. —

**Hohenner**: Trigonometrie, 2, Übungen, 2; Plan- und Geländezeichnen II, 2; Katastermessungen I, 2; Markscheidekunst, 1, Übungen, 1. — **Stübler**: Niedere Analysis, 4. — **Roth**: Schattenkonstruktionen und Beleuchtungskunde, 4. — **Bretschneider**: Repetitionen in niederer Mathematik, 1. — **Reuschle**: Kurvendiskussion in Beispielen, Übungen, 1; Analytische Geometrie des Raumes, 2, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel aus der neueren analytischen Geometrie der Ebene und des Raumes einschliesslich Invariantentheorie, 3; Differential- und Integralrechnung II, 2, Übungen, 2, III, 2, Übungen, 1; Mathematisches Seminar (mit Mehmke), 1. — **Wölffing**: Einleitung in die Differential- und Integralrechnung, mit Übungen, 4; Höhere Algebra, 3. — **Mehmke**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Vektoren- und Punktrechnung, 3, Übungen, 1. — **Heer**: Plan- und Geländezeichnen I, 4. — **Hammer**; Praktische Geometrie I, 3, Übungen (mit Hohenner), 10; Ausgleichungsrechnung, 2; Abbildungen der Erdoberfläche auf die Ebene (Kartenprojektionen), 1, Übungen, 1; Astronomische Zeit- und direkte geographische Ortsbestimmung, 2. —

## Universität Tübingen.

**Paschen**: Experimentalphysik II: Schall, Wärme, Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 8; Selbständige Untersuchungen, tägl. — **Waitz**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 3, Übungen, 2; Meteorologie, 1. — **Gans**: Partielle Differentialgleichungen der mathematischen Physik, 2. —

**v. Hüfner**: Organische Chemie, 4; Praktisch-chemische Übungen für Anfänger I (qualitativ), 6, II (quantitativ), 6; Leitung physiologisch-chemischer Arbeiten für Geübtere, tägl. — **Wislicenus**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum, ganz- oder halbtägig (mit Bülow); Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, ganz- oder halbtägig (mit Weinland); Präparative Arbeiten, ganztägig; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen, ganztägig. — **Bülow**: Analytische Chemie I, 3; Arbeit und Arbeiter der deutschen chemischen Industrie, 1. — **Weinland**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 2; Quantitative Prüfung der Arzneimittel nach dem deutschen Arzneibuch, 1; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 1. — **Wedekind**: Theoretische und physikalische Chemie (in elementarer Form), 2; Chemie der natürlichen organischen Stoffe (Kohlenhydrate, Terpene, Alkaloide usw.), 1; Physiko-chemische Übungen, 4. — **Dimroth**: Benzolderivate II, 2. — **Mayer**: Liest nicht. —

v. **Brill**: Einführung in die höhere Mathematik, 4; Über nichtstarre Systeme und die Mechanik von Hertz, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — v. **Stahl**: Höhere Algebra, 2; Anwendungen der Funktionentheorie, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **Maurer**: Höhere Analysis II, 3, Übungen, 2; Potentialtheorie, 2. —

## Universität Wien.

v. **Lang**: Experimentalphysik I, 4; Mathematische Ergänzungen, 1 *g*. — **Boltzmann**: Wärmelehre, 5; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2; Prinzipien der Naturphilosophie, 2. — **Franz Exner**: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten, 6, für Chemiker und Naturhistoriker, 5; Physikalische Übungen für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Konversatorium, 1 *g*. — **Jäger**: Elemente der theoretischen Physik III: Elektrizität, 3; Mechanik, 3. — **Moser**: Experimentalphysik (insbesondere Elektrizität und Optik), 3; Einführung in die mathematische Physik, 2; Demonstrationen und Übungen an und mit physikalischen Apparaten, 6. — **Lampa**: Die Physik der Radiotherapie, 2. — v. **Schweidler**: Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten II: Anleitung zur Anstellung von Schulexperimenten, 8; Die radioaktiven Substanzen und ihre Strahlung, 1. — **Meyer**: Die magnetischen Eigenschaften der Materie, 1. — **Hasenöhrl**: Physikalische Optik, 2. — **Mache**: Molekularmechanik (mit besonderer Berücksichtigung der molekularmechanischen Hypothesen in der Elektrizitätslehre), 2. — **Haschek**: Ausgewählte Kapitel aus der experimentellen Elektrizitätslehre, 2. — **Hann**: Die atmosphärischen Störungen: Stürme, Gewitter etc., 2; Ausgewählte Kapitel aus der Physik der Atmosphäre, 1; Die Meeresströmungen und ihre klimatische Bedeutung, 1. — **Pernter**: Meteorologische Optik, 3. — **Kohl**: Grundzüge der Theorie der Elastizität und der elastischen Schwingungen, 1. — **Felix Exner**: Liest nicht. — **Valentin**: Theorie der erdmagnetischen Beobachtungen, 1. —

**Lieben**: Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. ausser Sonnabend, für Mediziner, 4; Arbeiten im II. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Wegscheider**: Theoretische und physikalische Chemie I, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. ausser Sonnabend; Arbeiten im I. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Lippmann**: Organische Chemie I: Chemie der Methanderivate, 3; Chemische Übgn. für Anfänger, tägl. ausser Sonnabend; Arbeiten im chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Herzig**: Pyridin- und Chinolinderivate mit Einschluss der Alkaloide, 2; Übgn. aus pharmazeutischer Chemie für Pharmazeuten, tägl. ausser Sonnabend. — **Fossek**: Liest nicht. — **Zeisel**: Ausgewählte Kapitel der Phytochemie, 2. — **Vortmann**: Liest nicht. — **Schacherl**: Ausgewählte Kapitel aus der Nahrungsmittelkunde, insbesondere für Kandidaten der Nahrungsmittelexpertise, 3. — **Pomeranz**: Theoretische Chemie, 2; Analytische Chemie für Anfänger, 3. — **Franke**: Anleitung zur chemischen Analyse, 1; Massanalyse, 2. — **Pollak**: Ausgewählte Kapitel der anorganischen Chemie, 1. — **Wenzel**: Die Messmethoden der physikalischen Chemie, 1. — **Garzarolli v. Thurnlackh**: Anleitung zum Anstellen von chemischen Schulversuchen, 2. — **Billitzer**: Thermodynamik (mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung auf die Chemie), 2. —

v. **Escherich**: Funktionentheorie, 5; Proseminar für Mathematik, 1; Seminar für Mathematik, 2. — **Mertens**: Algebra, 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2; Übungen im mathematischen Proseminar, 1. — **Wirtinger**: Elemente der Differential- und Integralrechnung, 5, Übungen, 1; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Mathematisches Proseminar, 1 *g*. — **Kohn**: Einleitung in die synthetische Geometrie, 4, Übungen, *g*; Differentialgeometrie II, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik, 4. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik I, 3. — **Zsigmondy**: Liest nicht. — **Carda**: Partielle Differentialgleichungen erster Ordnung, 2. — **Plemelj**: Einführung in die Theorie der linearen Differentialgleichungen, 2. — **Grünwald**: Einleitung in die Liniengeometrie, 2. — **Weiss**: Bahnbestimmung von Planeten und Kometen, 4. — v. **Hepperger**: Sphärische Astronomie, 4; Photometrie, 1. — **Schram**: Kalendariographie und Umrechnung von Daten verschiedener Zeitrechnungen, 1. — **Herz**: Spezielle und allgemeine Störungen, 2. — **Prey**: Astronomisch-geodätische Untersuchungen über die Konstitution der Erde, 2. —

## Technische Hochschule Wien.[1])

**Ditscheiner**: Allgemeine und technische Physik; Optik für die Hörer des geodätischen Kurses; Physik für Chemiker; Mechanische Wärmetheorie. — **Sahulka**: Grundlagen der Elektrotechnik; Elektrotechnische Messkunde. — **Grau**: Elektrisches Beleuchtungswesen. — **Reithoffer**: Elektrische Schwingungen und Wellen; Drehstrommotoren und Transformatoren. — **Jüllig**: Elektrische Telegraphie und Eisenbahn-Signalwesen. — **Liznar**: Meteorologie und die wichtigsten Lehren der Klimatologie; Erdmagnetismus. — **Kobes**: Theoretische Maschinenlehre. — **N. N.**: Bau der Wärmekraftmaschinen; Bau der Wasserkraftmaschinen und Pumpen; Bau der Lasthebemaschinen. — **Seidler**: Allgemeine Maschinenkunde; Maschinenzeichnen. — **Meter**: Feuerungstechnik; Heizung, Lüftung und sonstige gesundheitstechnische Ausbildung von Wohn-, Fabriks- und öffentlichen Gebäuden. — v. **Stockert**: Eisenbahnbetriebsmittel; Eisenbahnbetrieb; Eisenbahnmaschinendienst. —

**Bauer**: Allgemeine Experimentalchemie I u. II, Übungen. — **Vortmann**: Analytische Chemie, Übungen. — **Bamberger**: Enzyklopädie der technischen Chemie; Praktische Übungen in der Ausführung technischer Proben; Agrikulturchemie. — v. **Jüptner**: Theoretische und physikalische Chemie; Chemische Technologie anorganischer Stoffe, Übgn.; Technische Feuerungen. — **Wegscheider**: Theoretische und physikalische Chemie I und II. — **Feitler**: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen und theoretischen Chemie. — **Paweck**: Technische Elektrochemie. — **Suida**: Die wichtigsten Kapitel aus der Chemie der aromatischen Verbindungen; Chemische Technologie organischer Stoffe, Übungen. — **Lippmann**: Chemie der Benzolderivate. — **Ulzer**: Technische Analyse organischer Stoffe. — **Eder**: Photochemie und angewandte Photographie; Photographisches Praktikum. — **Strache**: Beleuchtungswesen. —

**Allé**: Mathematik I, Korrepetitionen. — **Zsigmondy**: Mathematik I; Elemente der reinen Mechanik in Verbindung mit graphischer Statik. — **Czuber**: Mathematik II; Grundlehren der höheren Mathematik; Wahrscheinlichkeitsrechnung. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik. — **Müller**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen; Darstellende Geometrie. — **Schmid**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen; Projektive Geometrie I u. II. — **Finger**: Elemente der reinen Mechanik in Verbindung mit graphischer Statik; Enzyklopädie der Mechanik; Analytische Mechanik. — v. **Tetmajer**: Technische Mechanik I; Baumaterialienkunde mit Übungen. — **Hermanek**: Technische Mechanik II; Hydromechanik, ausgewählte Kapitel. — **Pollack**: Elemente der niederen Geodäsie. — **Schell**: Praktische Geometrie; Situationszeichnen; Photogeometrie. — **Tinter**: Methode der kleinsten Quadrate; Höhere Geodäsie; Sphärische Astronomie; Übgn. im Beobachten und Rechnen; Geodätische Rechenübungen. —

## Universität Würzburg.

**Wien**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, Magnetismus, 5; Praktische Übungen, 4 und 10; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Cantor**: Elektrizität und Magnetismus, 4. — **Seitz**: Prinzipien der mechanischen Wärmetheorie und ihre Anwendung in der physikalischen Chemie (für Chemiker und Studierende der Naturwissenschaften), 2. —

**Medicus**: Chemische Technologie, 4; Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 5; Praktikum für Pharmazeuten, halbtägig; Kurs technisch-chemischer Analysen, 2 halbe Tage; Praktikum in allen Richtungen der angewandten Chemie und Nahrungsmittelanalyse, ganz- und halbtägig. — **Tafel**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Manchot), ganz- und halbtägig, tägl. ausser Sonnabend, für Mediziner, 4; Vollpraktikum für präparative Arbeiten, tägl.; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Manchot), tägl. — **Manchot**: Analytische Chemie (Experimentalvorlesung zugleich zur Ergänzung des analytisch-chemischen Praktikums), 3. — **Reitzenstein**: Über isozyklische Verbindungen, 2; Geschichte der Chemie, 1 *g*. —

**Prym**: Theorie der Funktionen einer komplexen Veränderlichen, 4; Einführung in die Zahlentheorie, 2; Aus-

1) Nach dem Vorlesungsverzeichnis der „Hochschulnachrichten". (Direkt vorläufig nicht zu erlangen.)

gewählte Kapitel der Funktionentheorie, 2 *g*. — **Selling**: Differential- und Integralrechnung, 4; Theorie der Planetenbewegungen, 3; Beschreibende Astronomie, 1 *g*. — **Rost**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4 *g*; Analytische Mechanik I, 4; Algebra, 4; Einführung in die analytische Geometrie der Ebene, 4; Elemente der Determinantentheorie, 2. —

## Universität Zürich.

**Kleiner**: Experimentalphysik, 5; Theoretische Physik, 2; Physikalische Übungen für Kandidaten des Sekundarlehramtes, 2; Physikalisches Praktikum für Anfänger, $^1/_2$ Tag; Physikalisches Vollpraktikum, tägl. —

**Werner**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Organische Chemie II, 2; Chemisch-analytisches Praktikum für Chemiker, tägl.; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere (präparative Arbeiten, Ausführung selbständiger Arbeiten), tägl.; Elektro-chemische Übungen, 2 Nachmittage *g*; Technisch-chemische Übungen, 1 Nachmittag *g*; Chemisches Halbpraktikum, für Studierende der Naturwissenschaften, halbtägig. — **Abeljanz**: Qualitative chemische Analyse, 2; Anleitung zur Ausführung chemischer Experimente für Lehramtskandidaten, 1; Chemisches Kolloquium, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Mediziner und Veterinäre, 3 Tage, für Studierende der Naturwissenschaften, 3 Tage, für Anfänger und Vorgerücktere (Nichtchemiker), tägl., für Lehramtskandidaten, 2 Tage, für Kandidaten des Sekundarlehramtes, 2. — **Pfeiffer**: Naphtene, Terpene, Kampher, 2; Organische Farbstoffe II, 1; Chemische Statik und Dynamik, 1. —

**Burkhardt**: Elemente der Differential- und Integralrechnung, 4; Analytische Mechanik, 4; Mathematisches Seminar, 2. — **Weiler**: Darstellende Geometrie, mit Übungen I, 3 bis 4; Analytische Geometrie, mit Übungen I, 3 bis 4; Mathematische Geographie, 2; Analytische Geometrie, mit Übungen, für Lehramtskandidaten, 2; Algebraische Analysis mit Übungen, für Lehramtskandidaten, 2. — **Gubler**: Politische Arithmetik mit Übungen, 2; Der mathematische Unterricht in der Mittelschule, 1; Sphärische Trigonometrie, 1. — **Wolfer**: Einleitung in die Astronomie, 3; Theorie der Finsternisse, 2. —

## Technische Hochschule Zürich.

**H. F. Weber**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Prinzipien, Apparate und Messmethoden der Elektrotechnik, 4; Wechselstromsysteme und Wechselstrommotoren, 2; Theorie der absoluten Messungen, 2; Elektrotechnisches Laboratorium, 8 oder 16; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12, 24; Experimentelle Untersuchungen in Wechselstrom und an Wechselstrommotoren, 4. — **Weiss**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 4 bezw. 8; Travaux scientifiques dans les laboratoires de physique, 8, 12, 24. — **Schweitzer**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Wechselstromtechnik in graphischer Behandlung (Generatoren, Motoren und Transformatoren), 2 *g*. — **Tobler**: Elektrische Signalapparate für Eisenbahnen, 2; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Schwachstromtechnik, 1 *g*; Militärtelegraphie und -Telephonie, 1. — **Wyssling**: Elektrische Centralanlagen II, 2, Übungen und Konstruktionen, 3; Elektrische Kraftübertragung und Beleuchtung, 3, Repetitorium, 1. — **Stodola**: Dampfmaschinenbau I: Steuerungen, Regulatoren, 4, Übungen mit Repetitorium, 2; Gasmotoren (Einleitung), 1; Dampfturbinen, 2; Dampfkessel, 1; Besprechung neuerer Erfindungen auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen, 1; Maschinenkonstruieren und Entwerfen vollständiger Dampfkraftanlagen, 6; Übungen in der kalorischen Abteilung (mit Farny), $^1/_2$ Tag. — **Farny**: Bau von Dynamomaschinen II, 2; Maschinenkonstruieren, 6; Wechselstromdiagramme, 1. — **Prasil**: Hydraulische Motoren und Pumpen II, 4, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen, 12, über Fabrikanlagen, 4; Ausgewählte Kapitel über hydraulische Anlagen, 2; Übungen in der hydraulischen Abteilung, $^1/_2$ Tag. — **Escher**: Mechanische Technologie II: Metallverarbeitung, 2, Repetitorium, 1; Mechanische Technologie IV: Spinnerei (Fortsetzung), Weberei, 2; Maschinenlehre, 4, Repetitorium und Übungen, 4; Müllerei, 2; Technologisches Praktikum, 4. — **Fliegner**: Theoretische Maschinenlehre II: Wärmetheorie und Dampfmaschinen, 4, Übungen, 3. — **Herzog**: Mechanik II, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2. — **Meyer**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 4; Maschinenbau: Elemente, 5, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen, 10. — **A. Weber**: Mechanik und Maschinenlehre, 4, Repetitorium, 1; Maschinenlehre, 2, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen, 4; Industrielle Einrichtungen und Bauten, 2, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen, 2. — **Weilenmann**; Meteorologie und Klimatologie, 3. — **Barbieri**: Photographie I, 2; Photographisches Praktikum, 2. —

**Bamberger**: Anorganische Chemie, 6, Repetitorium, 1; Organische Chemie II: Benzolderivate, 2, Repetitorium, 1; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Bosshard**: Beurteilung und Reinigung des Wassers für technische Zwecke, namentlich für Dampfkesselspeisung, 1. — **Constam**: Physikalische Chemie, 2; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 1 *g*; Anwendungen physikalischer Methoden in der Chemie (mit Lorenz), $^1/_2$ Tag; Physikalisch-chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Lorenz), tägl. — **Gnehm**: Bleicherei, Färberei und Farbstoffe, 4, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Grete**: Düngungslehre und Düngerfabrikation, 2 *g*. — **Hartwich**: Pharmakognosie, 5; Technische Botanik I: Fasern und Stärke, 2; Lebensmittelanalyse mit Übungen, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 12; Mikroskopische Untersuchung pharmazeutischer Drogen, 2; Pharmakognostische Übungen für Vorgerücktere, tägl.; Mikroskopierübungen in der Nahrungsmittelkunde, $^1/_2$ Tag; Gerichtlich-chemisches Praktikum, 4 halbe Tage. — **Lorenz**: Allgemeine Elektrochemie, 2; Elektrochemisches Praktikum für Anfänger, 4, für Vorgerücktere, 15. — **Lunge**: Anorganische chemische Technologie, 4, Repetitorium, 1; Heizung, 2; Metallurgie, 2, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Schulze**: Agrikulturchemie I: Pflanzenernährungslehre, 2; Landwirtschaftlich-chemische Technologie (Zucker- und Spiritusfabrikation, Chemie des Molkereiwesens), 2; Übungen im agrikultur-chemischen Laboratorium (mit Winterstein) 8; Agrikultur-chemisches Praktikum für Vorgerücktere, tägl. — **Treadwell**: Analytische Chemie I, 2; Gasanalyse mit Übungen, 1; Chemie, 2, Repetitorium, 1; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Winterstein**: Anorganische Chemie, mit Repetitorium, 4; Chemie der Milch und Milchprodukte, 2; Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe, 1. — **Kaufler**: Mehrkernige aromatische Verbindungen, 1; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. —

**W. Fiedler**: Darstellende Geometrie, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Geometrie der Lage, 4. — **Beyel**: Geometrische Einleitung in die graphische Statik, 2; Rechenschieber mit Übungen, 1; Darstellende Geometrie, 2; Flächen 2. Grades, 2. — **Franel**: Calcul différentiel, 4, Répétition, 1, Exercices, 2; Théorie des équations différentielles, 4, Répétition, 1; Mathematisches Seminar (mit Hurwitz), 2. — **Geiser**: Analytische Geometrie, 4, Repetitorium, 1; Elemente der Ballistik, 1. — **Hirsch**: Differentialrechnung, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Elliptische Funktionen, 4. — **Hurwitz**: Differentialgleichungen, 4, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel aus der Algebra, 2. — **J. Keller**: Mathematik, 4. — **Kraft**: Theoretische Mechanik, 4; Graphisches Rechnen: Die Konstruktion ebener Kurven höheren Grades, 2; Geometrischer Kalkül, 2. — **Lacombe**: Géométrie descriptive, 2, Exercices, 4; Géométrie descriptive, 4, Répétition, 1, Exercices, 4; Géométrie de position avec exercices, 3. — **Rebstein**: Katastervermessung, 3, Übungen, 2; Kartenprojektionen, 1. — **Rosenmund**: Vermessungskunde, 5, Repetitorium, 1; Vermessungsübungen, 2; Erdmessung, 2; Geodätisches Praktikum, 2. — **Rudio**: Höhere Mathematik, 5, Übungen, 2. — **Wolfer**: Einleitung in die Astronomie, 3, Übungen, 2; Theorie der Finsternisse, 2. —

## Gesuche.

# Assistentenstelle

sucht **Physiker** in München promoviert. Zuschriften erbeten **unter M. N. 3791 an Rudolf Mosse, München.**

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.